Das Verzeichniß aller bis jetzt erschienenen 268 Bände **des Neuen Schauplatzes der Künste und Handwerke** ist am Schluß des gegenwärtigen Bandes beigegeben, enthält die Titel noch vieler einschlägiger Werke und wird gefälliger Beachtung bestens empfohlen.

Neuer Schauplatz
der
Künste und Handwerke.

Mit
Berücksichtigung der neuesten Erfindungen.

Herausgegeben
von
einer Gesellschaft von Künstlern, Technologen und Professionisten.

Mit vielen Abbildungen.

1812

Hunderteinundsiebzigster Band.

Emanuel Schreiber's Uhrmacherkunst.

Vierte Auflage.

Weimar, 1865.
Bernhard Friedrich Voigt.

Vollständiges Handbuch

der

Uhrmacherkunst,

namentlich

in Beziehung auf Thurm-, Wand- und Stutzuhren, Taschenuhren aller Art, als Spindel-, Cylinder- und Ankeruhren mit und ohne Repetir- und andere Werke, ferner astronomische und nautische Uhren, sowohl hinsichtlich ihrer Konstruktion und Regulirung, als auch ihrer Reparatur.

Nebst

einer Zusammenstellung der wichtigsten, im letzten Decennium auf dem Gebiete der Uhrmacherkunst in Deutschland, England, Frankreich und der Schweiz zu Tage getretenen Verbesserungen, Fortschritte und Erfindungen.

Von

Emanuel Schreiber.

Vierte verbesserte und vermehrte Auflage.

Mit einem Atlas
von 27 Tafeln, enthaltend 358 Abbildungen.

Weimar, 1865.
Bernhard Friedrich Voigt.

Vorwort

zur ersten Auflage.

In den ältesten Zeiten pflegte man den Tag, nach dem scheinbaren Laufe der Sonne um die Erde, blos in Morgen, Mittag, Abend und Mitternacht einzutheilen. Da aber diese Zeitmessung bald ungenügend gefunden wurde, so suchten die Menschen genauere Zeitmessungsarten auf und fanden sie in dem Schatten aufgerichteter, von der Sonne beschienener Körper. Man entdeckte nämlich bald, daß dieser Schatten in gleichem Verhältniß an Länge abzunehmen pflegte, in welchem die aufgegangene Sonne am Himmel höher stieg und dagegen am kürzesten war, wenn die Sonne Mittags ihren höchsten Stand am Himmel erreicht hatte, aber wieder an Länge zunahm von der Zeit an, wo die Sonne wieder dem Horizont näher rückte. Dieser Schatten war folglich unmittelbar nach dem Aufgange der Sonne und kurz vor dem Untergange derselben am längsten. Man kam deshalb auf den Gedanken, die Länge des Schattens, z. B. von Bergen, von Bäumen, in die Erde gesteckten Stangen u. s. w., zu messen und die Zeit nach Fußen zu bestimmen. Dieses Zeitmaß war z. B. bei

den Hebräern, bei den Griechen und Römern einige Jahrhunderte vor Christi Geburt gebräuchlich. Eigentliche Stunden kannte man damals noch nicht, denn diese entstanden erst, als man anfing, statt der Länge, den Weg oder die verschiedene Lage des Schattens auf einer Ebene in eine Anzahl gleicher Theile, z. B. in 12 Theile, einzutheilen. Bei Beobachtung des Schattens mußte sich nämlich die Bemerkung bald aufdrängen, daß derselbe von Morgen bis Abend auf einer Ebene, seine Lage verändernd, einen Kreisbogen beschrieb, welcher sich in eine beliebige Anzahl von Theilen eintheilen ließ. So entstand die Sonnenuhr.

Die Eintheilung des Tages in 12 Theile oder Stunden findet man bei den Babyloniern, Phöniziern, Chaldäern und Aegyptern, und es ist ungewiß, welchem dieser alten Völker die Ehre dieser Erfindung gebührt.

Bei den Aegyptern dienten die Obelisken zu öffentlichen Sonnenuhren, und an dem Schatten, welchen sie warfen, konnte Jedermann die Zeit des Tages wahrnehmen. Als Erfinder der eigentlichen Sonnenuhren nennt man gewöhnlich den Chaldäer Berosus. Der griechische Mathematiker Anaximander verbesserte die Sonnenuhren auf die Weise, daß man sie nach der Polhöhe verschiedener Orte stellen und selbst zur Ausmessung des Winkels oder der Schiefe der Ekliptik benutzen konnte. Viele andere Griechen, und unter andern auch ein Schüler des Genannten, brachten manche neue, der Form und Einrichtung nach sehr künstliche und sinnreiche Sonnenuhren zum Vorschein. Auch in Rom bediente man sich der Obelisken zur Zeitmessung, und erst 500 Jahre nach Erbauung der Stadt stellte L. Papirius Cursor die erste Sonnenuhr daselbst auf.

Bei allem Nutzen, den die Sonnenuhren gewährten, hatten sie doch auch manche Unvollkommenheiten, unter andern diejenige, daß sie keinen Zeitmesser mehr abgaben, sobald sich der Himmel mit Wolken bedeckte

oder die Sonne unter den Horizont hinabgesunken war. Man kam deshalb bald auf die Wasser- und Sanduhren, mittels welcher man nicht blos am Tage, bei trüber Witterung, sondern auch des Nachts die Zeit zu messen im Stande war. Der Erfinder der Wasseruhren ist unbekannt. Sie erfuhren mit der Zeit manche Verbesserungen, und sehr künstlich war unter anderen diejenige, welche zu Anfang des neunten Jahrhunderts der Kalife Harun al Raschid dem Kaiser Karl dem Großen zum Geschenk überschickte. Sie beruhten entweder auf dem Principe des Eindringens des Wassers durch eine kleine Oeffnung in ein hohles Gefäß, oder auf dem Principe des Ausfließens des Wassers durch eine kleine Oeffnung aus einem damit gefüllten Gefäße.

Auf die Erfindung der Wasseruhren folgte bald diejenige der Sanduhren. Man füllte nämlich ein kegelförmiges Gefäß, dem man an der Spitze eine kleine Oeffnung gab, mit feinem Sande, der nun, da die feinen Sandtheilchen gleiche Beweglichkeit mit den Wassertheilchen besitzen, in ein ähnliches kegelförmiges Gefäß, welches unter ersterem angebracht war, auslief. Dabei war die Einrichtung getroffen, daß man beide mit einander verbundene Gefäße beliebig umdrehen konnte. Solche Vorrichtungen waren bekannt unter dem Namen Stundengläser.

Mit der Erfindung der eigentlichen Räderuhren und zwar der Gewichtsuhren wurden Wasser- und Sanduhren entbehrlich. Erstere wurden nämlich durch ein Gewicht in Bewegung gesetzt, indem eine Anzahl gezahnter Räder und Getriebe so mit einander im Eingriffe standen, daß, wenn das erste durch die Schwere eines Gewichtes in Bewegung gesetzt wurde, auch alle übrigen herumgetrieben wurden. Dabei war es nothwendig, daß der Umlauf derselben so langsam erfolgte, daß die Welle eines Rades oder Getriebes den Stundenzeiger tragen konnte, der alle 12 Stunden nur ein-

mal seinen Kreislauf vollendete. Es machte sich deshalb nöthig, mit dem letzten Rade die sogenannte Hemmung zu verbinden, wodurch die Bewegung des Räderwerks, ohne sie ganz aufzuhalten, so langsam gemacht wird, daß man die Maschine zur Zeitbestimmung benutzen konnte. Bei den ältesten Räderuhren war das letzte Rad ein kronenförmiges Steigrad mit schrägen Zähnen, wie wir es noch jetzt in den sogenannten Spindeltaschenuhren finden. Dieses Rad griff in eine mit zwei Lappen versehene Spindel so ein, daß die an der Spindel ungefähr einen rechten Winkel mit einander bildenden Lappen an zwei einander gegenüberliegenden Stellen des Steigrades in den Zähnen desselben lagen. Bei der Bewegung des Steigrades wurde der eine Lappen immer aus den Zähnen dieses Rades herausgestoßen; dann fiel aber sogleich der andere Lappen wieder zwischen seine Zähne, von denen er seinerseits ebenfalls herausgestoßen wurde. So dauerte das Hineinfallen und Herausstoßen der Spindellappen beständig fort, und gerade durch diese Einrichtung, welche die Bewegung der Maschine nicht ganz hemmte, wurde letztere zu einem Zeitmesser geeignet gemacht.

Eine bloße Spindel mit ihren Lappen hätte aber nicht die gehörige Schwingung erhalten, welche zur Hervorbringung des langsamen Hin- und Herbewegens nöthig gewesen wäre. Deshalb gab man dem oberen Ende der lothrechten Spindel einen Balancier, welcher, wie eine Schnellwaage, mit einem verschiebbaren Gewichte versehen, die Stelle eines Schwungrades vertretend, hin und her schwankte, sowie die Spindel hin und her bewegt wurde. Durch einen solchen langsamen Gang der Maschine wurde dieselbe nicht blos zur Führung eines Stundenzeigers geschickt gemacht, sondern es dauerte auch wohl 24 und mehr Stunden, ehe das ziehende Gewichte ablief und von Neuem aufgezogen werden mußte.

Der Erfinder der Räder- und Gewichtsuhren ist ebenso unbekannt, wie derjenige der Wasseruhren, und wir wissen weiter nichts, als daß die Erfindung im elften Jahrhundert gemacht wurde. Schon im vierzehnten Jahrhundert waren vorzüglich die deutschen Uhrmacher berühmt, und man berief sie sogar nach Frankreich und Italien, um da Thurmuhren, Kirchenuhren, Klosteruhren und Schloßuhren einzurichten. Die ersten Uhren waren blos Stundenuhren, die bis über die Mitte des siebzehnten Jahrhunderts sehr unvollkommen blieben, bis endlich der große niederländische Mathematiker Christian Huyghens auftrat und diese Maschinen bedeutend verbesserte. Er gab ihnen nämlich im Jahre 1657 das Pendel zum Regulator. Dabei richtete er das Räderwerk seiner Uhr so ein, daß das Steigrad in horizontaler Fläche umlief, also auch die Spindel, welche von dem Steigrade hin und her bewegt wurde, eine horizontale Lage hatte. Von dem einen Ende der Spindel hing das Pendel herunter, welches daher die hin- und hergehende Bewegung der Spindel mitmachte. Huyghens machte auch die Schwingungen des Pendels gleichförmig, indem er zu beiden Seiten des Pendels cykloidisch gebogene Bleche anbrachte, gegen welche der Faden, woran das Pendel aufgehangen war, beim Hin- und Hergange anschlagen mußte. Aber bald gab man dieses Mittel wieder auf und richtete die Uhren so ein, daß die Pendel in kleinen Bögen schwangen, die man als völlig isochronisch ansehen konnte, indem man kleine Kreisbögen als kleine Theile einer Cykloide betrachten kann. Dieses Verfahren hat man bis jetzt bei allen guten Pendeluhren, z. B. den astronomischen, beibehalten.

Man hatte schon früher die Entdeckung gemacht, daß zur Dauer einer gewissen Pendelschwingung eine gewisse Zeit gehört, daß nämlich ein längeres Pendel langsamer, ein kürzeres schneller schwingt, und wendete dieses Gesetz bald auf Uhren an, deren Gang langsa-

mer wurde, wenn man das Pendel verlängerte und schneller dagegen, wenn man dasselbe verkürzte.

Der französische Mathematiker Picard, welcher in der letzten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts lebte, war auch schon auf die Idee gekommen, daß nicht auf allen Theilen der Erde die Pendel von einerlei Länge eine gleiche Zahl von Schwingungen machen dürften, daß sie vielmehr an Orten, welche dem Aequator näher liegen schneller schwingen müssen. Deshalb muß ein Pendel, welches in einer Sekunde eine Schwingung macht, an jedem besondern Orte der Erde eine gewisse Länge haben. So bestimmte schon Huyghens die Länge des Sekundenpendels zu Paris auf 3 Fuß 8½ Linien.

Statt des seidenen Fadens nahm man bald eine elastische Feder, an welche man das Pendel aufhing. Später ließ man es um eine kleine Welle mit Zapfen seine Schwingungen machen. Noch später wandte man die Nuß, eine kleine, glatte stählerne Kugel, dazu an.

Eine wichtige Verbesserung war der sogenannte englische Haken oder die Ankerhemmung, welche der Engländer Clement im Jahre 1680 erfand. Dieser englische Haken wurde später von dem Engländer Graham und noch später von dem Engländer Mudge verbessert. Vorzüglich in Betreff der Hemmungen verdanken wir Engländern und Franzosen große Vervollkommnungen.

Die Erhaltung eines bessern Eingriffs der Räder und Getriebe in einander war auch ein Gegenstand der Vervollkommnung der Uhrmacherkunst seit dem Ende des siebzehnten Jahrhunderts. Man fand nämlich, daß die Epicykloide unter allen krummen Linien die beste Form für die Stirnräder, die Cykloide aber für die Kammräder abgiebt.

Einen wichtigen Einfluß auf den Gang der Uhren hat die Veränderung durch Wärme und Kälte, welcher das Pendel und alle anderen Theile der Uhr ausgesetzt sind. Deshalb bemerkte man bald, daß die Pendeluhren im Sommer langsamer, im Winter schneller gehen. Dieses bringt aber Unrichtigkeiten im Gange der Uhr hervor, welche für das gemeine Leben zwar beinahe unmerklich, für genauere Bestimmungen aber auf eine störende Weise bemerklich sind. Der Engländer Graham erfand deshalb zuerst das Kompensationspendel, welches nach der Zeit viele Veränderungen und Verbesserungen erfahren hat.

Einem Deutschen, Namens Peter Hele, verdanken wir im Jahre 1500 die Erfindung der Taschenuhren, welche den Namen Nürnberger Eier führten, indem ihr Erfinder ein Nürnberger war. Diese zeichneten sich dadurch aus, daß ihre bewegende Kraft kein Gewicht war und bei der Hemmung weder ein Balancier, noch ein Pendel angewendet war. Die bewegende Kraft ging aus von einer schmalen und dünnen, schneckenförmig zusammengewickelten, in einem eignen Gehäuse eingeschlossenen Stahlfeder. Die Unruhe war anfangs löffelförmig und wurde von Peter Hele bald darauf ringförmig gemacht, wie wir sie noch jetzt besitzen.

Eine große Unvollkommenheit der ersten Taschenuhren war der ungleiche Zug der Feder, welcher bald sehr sinnreich durch die sogenannte Schnecke beseitigt wurde. Die Schnecke scheint eine Erfindung der Engländer zu sein.

Gleichzeitig mit der Erfindung der Schnecke war die Erfindung des Vorfalls, nämlich desjenigen Mechanismus, wodurch man dem Aufziehen der Uhr die richtige Grenze setzt, damit nicht die Kette oder Feder zerrissen werde.

Als Regulator für die Taschenuhren wurde bald die Spiralfeder erfunden. Fernere Vervollkommnun-

gen beziehen sich auf die Hemmungen, welche im Verfolge diese Werkes erwähnt und ausführlicher beschrieben worden sind.

Bei Ausarbeitung dieses Werkes haben wir besonders Nouveau Traité général, élémentaire, pratique et théorique d'Horlogerie pour les usages civils et astronomiques suivant les principes des meilleurs auteurs et les progrès récents de la science et de l'art etc. par M. L. Moinet; ferner: Die höhere Uhrmacherkunst ꝛc. von Urban Jürgensen, Kopenhagen 1842; und endlich das Bulletin de la Société d'Encouragement nebst mehreren englischen, deutschen und französischen Journalen benutzt.

Weimar, im Juni 1848.

Der Verfasser.

Vorwort

zur zweiten Auflage.

Bei der Bearbeitung dieser zweiten Auflage hat sich der Verfasser eine genaue Durchsicht der ersten Auflage angelegen sein lassen und dann nachgetragen, was ein genaues Studium der ausländischen und inländischen technologischen Journale als eine Bereicherung des vorliegenden Werkes ergeben hat. Interessante Beiträge hat auch in dieser Beziehung die Londoner Industrie-Ausstellung vom Jahr 1851 geliefert. Ein neues Kompensationspendel, eine sinnreich kompensirte Unruhe, mehrere interessante Hemmungen, neue, höchst zweckmäßige Thurmuhrkonstruktionen und zweckmäßige Vorschläge zur Beleuchtung der Thurmuhr-Zifferblätter, ferner Pendeluhren, Kontroluhren und Taschenuhren von bewährter, zweckmäßiger Konstruktion dürften die wichtigsten Gegenstände sein, welche der sachkundige Leser gewiß als eine schätzbare Vermehrung und Bereicherung des Werkes erkennen wird. Die vorliegende zweite Auflage ist um 7 Druckbogen und 76 Figuren stärker geworden, als die vorhergehende und dürfte damit der erstrebten Vollständigkeit bedeutend näher gekommen sein.

Der Verfasser.

Vorwort

zur dritten Auflage.

Auch in dieser dritten Auflage hat dieses Werk vielfältige und interessante Zusätze erhalten, so daß es um vier ganze Kapitel vermehrt worden ist. Zu diesen neuen Kapiteln gehören: das siebente, von der sekundären Kompensation, das neunte, von den Aequations- oder Zeitgleichungsuhren, das sechszehnte, die Wahl und das Präpariren des Oeles für Uhren, und das siebzehnte, von den Metallen, welche in der Uhrmacherkunst am meisten angewendet werden. Die übrigen Zusätze verbreiten sich über die Anwendung des umschwingenden oder konischen Pendels in der Uhrmacherkunst; über das kompensirte Pendel der großen Westminsteruhr aus Zink und Eisen; über die Anfertigung der cylindrischen Spiralfeder und über die Herstellung der Biegung der flachen Spiralfeder; über die Hebelhemmung für Taschenuhren und über Denison's dreischenkelige Hemmung für Thurmuhren; über verschiedene neuere Verbesserungen an Thurmuhren; über das Skiostat und die Fenestrole zum Reguliren des Ganges der Uhren; über Zeithaltung und Regulirung der Taschenchronometer mit Basküle- oder Federhemmung;

über verschiedene neue äußerst sinnreiche Kontroleuhren für Wächter; über das Aufziehen der Taschenuhren ohne Schlüssel; desgleichen mit einem massiven Schlüssel; über einen verbesserten Uhrschlüssel; über die galvanischen Uhren von C. W. Scholle und E. Stöhrer; über Jacobi's in Petersburg galvanische Pendeluhr; über die Verbindung eines Systems elektrischer Uhren nach Dr. Meidinger; über die elektrische Mittheilung der Zeit von Liais; über Breguet's elektrischen Wekker und Dent's selbstwirkende elektrische Uhr. Durch diese Zusätze ist diese Auflage um mehr als 6 Bogen und um 40 Figuren stärker geworden als die vorhergehende und dem geneigten Leser das Neueste und Wichtigste geboten, was die Literatur der Uhrmacherkunst seit 1856 geliefert hat.

Vorwort

zur vierten Auflage.

Im Jahre 1862 hat die internationale Industrieausstellung in London stattgefunden, und wir wollen hier einen raschen Ueberblick über die in derselben ausgestellten Erzeugnisse der Uhrmacherkunst geben.

Im Allgemeinen hatte sich, nach Ausweis des amtlichen Berichtes, unter allen Ländern am meisten England, dann Frankreich und endlich die Schweiz dabei betheiligt. Ersteres zeichnete sich vorzüglich durch seine Thurmuhren aus; außerdem war es am zahlreichsten in eigentlichen Chronometern (astronomischen Pendeluhren, Schiffs- und Taschenchronometern) und vorzugsweise in Taschenuhren, zum Theil für den höchsten Luxus, vertreten. Uhren für den gewöhnlichen Gebrauch zu mäßigen Preisen waren nur selten zu finden.

Die englische Uhrmacherei hat ihre Mittelpunkte hauptsächlich in London (Clerkenwell), in Lancashire (Prescott), in Warwickshire (Conventry) und in Liverpool; allein das gilt doch nicht so allgemein in Bezug auf die Thurmuhren, da eben die Herstellung dieser Werke viel weniger an das Zusammenwirken verschiedener Hülfsindustrie gebunden ist.

Die Thurmuhren hatten meist Räder aus Kanonenmetall, entweder hölzerne Pendel und zwar aus sehr dicken Stücken Holz, oder sie hatten Zinkkompensation in Röhrenform und durchweg Federaufhängung. Für leichteren Temperaturaustausch waren zahlreiche Löcher in die äußern Röhren gebohrt. Die Hemmung war sehr verschieden, übrigens hatten die meisten Selbstaufzug und zwar Gewichtsvorrichtungen. Alle Thurmuhren haben eine Hülfskraft für die Zeit des Aufziehens; meistens besteht dieselbe in einem Gewicht an einem Hebel, welcher mittels eines Gelenkzahnes in eins der Räder eingreift und welcher vom Aufzieher aufgehoben wird, oder auch werden muß, weil er sonst gar nicht zum Aufziehvierecke kommen würde. Indessen haben jene Thurmuhren, auf welche mehr Arbeit verwendet ist, selbstthätige Vorrichtungen hierfür. An Hemmungen kommt die ruhende Ankerhemmung und Denison's Gewichtshemmung am meisten vor, jedoch auch Stiftenhemmung. Die Viertelwerke schlagen in England meist auf 6 Glocken, jeder Streich in einer andern Reihenfolge von vier Tönen. Als Seile sind ausschließlich Drahtseile verwendet, welche den Vortheil gewähren, daß die Seilwalze viel kürzer genommen werden kann, ohne daß das Seil auf sich selbst aufzulaufen braucht. Die Arbeit war im Ganzen bei allen Thurmuhren sorgfältig ausgeführt.

Alle Pendeluhren mit Sekundenpendeln führen in England den Namen „astronomische Uhren" und waren auch mit Kompensation versehen. Die zahlreichen Exemplare deuten darauf hin, daß solche Uhren in den Häusern der Reichen Eingang finden. Sie sind in der Regel mit Quecksilberpendeln versehen, Rostpendel fanden sich nur an zwei Exemplaren und Holzpendel an solchen Uhren gar nicht vor. Als Hemmung wird beinahe ausschließlich die ruhende Ankerhemmung mit sehr geringem Nachhalt verwendet, wobei der Sekundenzeiger stets nur an der Steigradachse steckt und nicht von der

Mitte ausgeht. Solche Uhren befinden sich immer in Stehkästen.

Was nun die übrigen Pendeluhren betrifft, so wird hierin in England so viel Luxus getrieben, als irgendwo, aber neben dem Luxus in der äußern Ausstattung verlangt man in England auch sehr sorgfältig ausgearbeitete Werke und neben der Dauerhaftigkeit exakten Gang, also auch die einem solchen entsprechende Einrichtung; daher kommt es, daß man in Standuhren beinahe ausnahmlos Kette und Schnecke (wohl auch statt der Kette eine Saite) findet, obwohl sich für eine Standuhr mit gehörig langer Feder die gleiche Genauigkeit ohne Schnecke erzielen läßt.

Sehr beliebt sind solche Standuhren, wo die Platinen als Gestell dienen und nebst dem Zifferblatt in mehr oder weniger geschmackvoller Weise durchbrochen sind, um das ganze Werk sehen zu lassen, sogenannte Skeleton works. Sehr oft führen die reicher verzierten Standuhren auch noch ein Spielwerk, oder schlagen wenigstens, wie die öffentlichen Uhren Londons, die Viertel auf mehreren Glocken.

Als Hemmung ist größtentheils auch hier die Ankerhemmung verwendet und es scheint nicht, als wäre es leicht, etwas zu finden, was den so einfachen und soliden Ankergang, oder Stiftengang auch nur ersezzen kann.

Alle ausgestellten Uhren, welche auf etwas höhere Preise Anspruch machten, hatten, wenn sie auch keine Chronometer sein wollten, doch sogenannte Kompensationsunruhen und meist auch gehärtete Spiralen. Was sich als Chronometer ankündigte, hatte beinahe ohne Ausnahme Earnshaw'sche freie Hemmung mit den unbedeutenden Varianten, die in Bezug auf Behandlung der Hemmungsfeder und dergl. an ihr vorkommen. Oefter kommt bei Taschenuhren in Verbindung mit kompensirter Spirale die Duplexhemmung vor.

Die Kompensation wird heut zu Tage auf die Unruhe geworfen und diese zeigte darum, wenn auch nicht

in Taschenchronometern, so doch in Schiffschronometern, die mannichfaltigsten Einrichtungen selbst in dem Hauptstücke, ohne daß man bis jetzt das Ziel erreicht hätte. Man wendet sich deshalb zur sogenannten sekundären oder Hülfskompensation; indessen trotz der vielen verschiedenen Arten, welche in der Ausstellung von solchen Hülfskompensationen zu sehen waren, scheint es doch nicht, als habe man damit den Zweck erreicht.

Alle Uhren, die sich als Chronometer ankündigten, waren übrigens mit cylindrischer Spirale versehen und es kommen nur zweimal Abweichungen von der cylindrischen Gestalt vor, während bei den platten Spiralen das äußere Ende sehr oft nach Bréguet wieder einwärts gezogen und in derselben Distanz von der Achse befestigt ist, wie das innere Ende.

Bei den Schiffschronometern waren in der Regel zwei Hauptmassen an den Spiralen, während bei den Taschenchronometern manchmal eine Vertheilung der Massen vorgenommen wird. Unter dem Namen Halbchronometer waren Anker- und Duplexhemmungen mit kompensirter Unruhe und gehärteter Bréguetspirale ausgestellt.

Was das Material der Taschenuhren anlangt, so sind, der Ausstellung nach zu urtheilen, sogenannte Nikkeluhren (indessen nicht aus reinem Nickel) noch immer gesuchte Waare.

Das Gehäuse der Taschenuhren ist der dem Luxus verfallene Theil und geht uns hier nur insofern an, als es für den Gebrauch mehr oder weniger einflußreiche Abänderungen zeigt. Als solche mögen hier angeführt werden jene, welche in England Halfhunters und Reversibles heißen, obwohl die ersteren eigentlich eine ganz alte, nur in neuerer Zeit wieder in Aufnahme gekommene Einrichtung bezeichnen und zwar jene, wo aus dem Springdeckel des ganz metallenen Gehäuses (Savonette, Hunter) in der Mitte ein kleines Stück kreisförmig ausgeschnitten und mit einem Glase versehen ist; manchmal sind dann Zahlen auf dem Deckel, oder auf

dem Glase angebracht. Was die andere Einrichtung betrifft, so ist die Zarge des eigentlichen Uhrgehäuses nahezu cylindrisch gemacht, und dieses Gehäuse kann sich an zwei Zapfen in einem metallenen Ringe drehen, der einerseits durch einen Metalldeckel, andererseits nur durch einen Ring ohne Glas geschlossen wird. Man kann nun die Uhr in diesem Ringe so drehen, daß nach Belieben entweder die verglaste, die Zeigerseite der Uhr, unter dem Ringe erscheint, oder ihre metallene Rückseite; in letzterem Falle hat man dann eine Uhr in ganz metallenem Gehäuse.

Schlüssellose Uhren (Keyless), d. h. solche, welche am Knopfe des Aufhängringes aufgezogen werden, sind jetzt sehr in Aufnahme; durch Verschieben eines seitlichen Riegels kann dann der Knopf zum Richten der Zeiger verwendet werden.

Die englischen Taschenuhrenmacher beziehen ihre Rohwerke sowohl für Taschenuhren, als Chronometer hauptsächlich aus der Gegend von Prescott; indessen werden auch ziemlich viel Taschenuhren aus der Schweiz eingeführt, wo man sich dann hierfür mehr nach dem englischen Geschmack richtet.

Unter den ausgestellten Taschenchronometern hat das kleinste nur die Größe eines Sovereigns und soll nach der Versicherung des Ausstellers vortrefflich gehen. Preis 200 Pfd. Strlg.

Die Gegend von Prescott ist nicht allein der Hauptsitz für die Anfertigung der Rohwerke und einzelner Uhrentheile, sondern auch des Uhrmacherwerkzeugs, und soweit sich dergleichen Dinge vom Ansehen beurtheilen lassen, war die ausgestellte Waare durchaus gut und es findet dieselbe auch in ganz England Anerkennung.

Frankreich hat ausgezeichnete Werkstätten für den Bau von Taschenuhren und liefert deren selbst in das Ausland, allein in der Ausstellung haben sich nur zwei Fabrikanten betheiligt.

Frankreich hatte allerdings auch Schiffschronometer und zahlreiche Taschenuhren geliefert, allein das Hauptgewicht der Ausstellung fiel auf Uhren zur Dekoration der Wohnungen, theils sogenannte Stutzuhren (Zugfederuhren mit kurzem Pendel), theils Gewichtuhren mit verschieden langen (bis Sekunden-) Pendeln. Während aber in England fast ausschließlich Quecksilberkompensation angewendet wird, wenden die Franzosen bei diesen Luxusuhren vorzugsweise das Rostpendel an, jedoch nur mit einem Paare Messingstangen, deren Wirkung durch ein Hebelsystem, welches in der Mitte der Linse angebracht ist, unterstützt wird. Diese ist dann meist durchbrochen und erhöht durch den Glanz der Stahlstücke des Hebelsystems die Eleganz der Uhr, steht aber in Bezug auf Sicherheit der Wirkung dem eigentlichen Rostpendel mit Zink oder Messing entschieden nach.

Die fabrikmäßige Verfertigung von Taschenuhren wird nur in Besançon und dessen nächster Umgebung betrieben; von dort waren denn auch alle Taschenuhren, welche in der französischen Abtheilung ausgestellt waren.

Schiffschronometer und Taschenchronometer fanden sich nur spärlich, und in den Taschenuhren war der Cylindergang vorherrschend. Die Franche Comté arbeitet mehr für den gewöhnlichen Verkauf und nur seltener auf feinere Werke.

Die Schweiz hatte außer einigen Schiffschronometern und sehr vielen Taschenchronometern vorzugsweise Taschenuhren beinahe zu jedem Preise geliefert. Der Ankergang war vorherrschend und auch Repetirwerke (selbst Minutenwerke) nicht selten, obwohl dieselben in letzter Zeit beinahe vom Markte verschwunden waren. Verhältnißmäßig befinden sich viele Taschenchronometer und überhaupt feinere Uhren unter den von der Schweiz gelieferten Uhren. Was die Preise anlangt, so sind dieselben für gangbare Waare bei gleicher Güte billiger, als in England, allein Taschen- und Schiffschronometer werden nahe zu denselben Preisen, ja von einzelnen Ausstellern höher ausgeboten, als in England. Es machen

sich nämlich nur die ausgezeichnetsten Arbeiter an solche Aufgaben, und diese verdienen an den gangbaren Waaren höhere Löhne und berechnen ihren Zeitaufwand nach diesem Maßstabe.

Die Fabrikation einzelner Uhrentheile bildet die Grundlage der Schweizer Uhrenindustrie, und weithin beziehen die Uhrmacher das, was sie bei der Reparatur an Ersatzstücken brauchen, aus der Schweiz. Eben so blühend ist die Fabrikation von Uhrmacherwerkzeugen. Die Mittelpunkte der Schweizer Uhrenindustrie sind Lachaux-de-fonds mit Locle und Genf.

Die dermalige Entwickelungsstufe der Uhrenfabrikation in der Schweiz giebt ein Bild der Arbeitstheilung, wie solches wohl kein anderer Industriezweig bis jetzt in so vollendetem Maße bieten kann. Für jeden einzelnen Bestandtheil sind Hände bereit, die sich ausschließlich seiner Anfertigung widmen, und nicht eine Hand ist es, welche auch nur den kleinsten Uhrentheil ganz fertigt, derselbe muß vielmehr stets durch verschiedene Hände wandern, bis zu seiner letzten Vollendung.

Es ist von Interesse zu sehen, wie die verschiedenen Verrichtungen bei der Uhrenfabrikation ausgetheilt sind und wie viele Etablissements bei den einzelnen Verrichtungen betheiligt sind, wofür Lachaux-de-fonds mit 14,567 Einwohnern, welche sich größtentheils von der Uhrmacherei nähren, als Beispiel dienen mag. Es befinden sich dort nicht weniger als 1422 Etablissements und einzelne Werkstätten, welche nach dem Almanach Neuchatelois in 54 Beschäftigungsarten bei der Uhrenfabrikation folgendermaßen sich theilen.

Etablissements sind beschäftigt mit der Verfertigung von:

Rohwerken	5
Ankergängen	25
Anker-Echappements	22
Cylinder-Echappements	18
Kloben für die Unruhe	2

Repassiren und Remontiren	272
Reguliren	47
Einsetzen der Zifferblätter	3
" von abgebrochenen Zapfen	5
" der Sekundenblätter	2
" der Flach- und Hohlgläser	7
" der Werke ins Gehäus	2
Steinhändler und Steinsetzer	62
Flicker	2
Uhrenmacher	91
Fabrikanten und Händler	224
Verpflichtete Probirer	4
Etuisfabrikanten	9

Ferner ist ersichtlich, welche große Sorgfalt die Verfertigung der einzelnen Bestandtheile erheischt, und wie eben diese Nothwendigkeit da, wo eine Massenproduktion zu geschehen hat, die Arbeit theilt, um eine größere Menge von Waaren in entsprechender Qualität zu billigeren Preisen herstellen zu können, wie schwierig es aber auch ist, die Fabrikation der Taschenuhren anderwärts zur vollen Lebensfähigkeit zu bringen. Hierbei ist noch ins Auge zu fassen, daß Städte, wie Chaux-de-fonds und Genf, zu wirklichen Mittelpunkten des Uhrenhandels sich ausgebildet haben, an welchen Einkäufer aller Nationen sich einfinden und die Vermittelung des Einkaufs zum besondern Gewerbe geworden ist.

Das Ineinandergreifen der oben erwähnten einzelnen Verrichtungen und der Entstehungsproceß einer Uhr ist dabei ungefähr folgender:

Der Werkfabrikant fertigt die Rohwerke (ébauches), wobei er die einzelnen Bestandtheile derselben entweder von den oben angeführten Verfertigern bezieht, oder je nach der Ausdehnung seiner Werkstätte solche auch selbst anfertigen läßt. Die rohen Werke bestehen aus den runden Messingscheiben, Platinen genannt, den rohen Rädern und noch verschiedenen einzelnen Stücken. Dem dargestellten Rohwerke fehlt nun noch Vieles, es hat

weder das feinere Räderwerk, noch den Gang, es fehlt ihm Feder, Zeiger, Zifferblatt, Gehäuse.

Es kommt daher sofort in die Hände des Repasseurs, welcher das Werk prüft und für Ergänzung der weiter erforderlichen Arbeiten durch die betreffenden Werkstätten sorgt.

Bei dem sogenannten Finisseur werden die kleinen Tragsäulen der Platinen eingesetzt, die Wellen der Kammräder gedreht, dieselben zugleich gebohrt und eingepaßt, es werden die feineren Räder ausgearbeitet und das Werk so weit in Stand gesetzt, daß alle Theile in einander greifen und es zur Noth gehen kann. Bei diesen Arbeiten kommt Vieles auf die Intelligenz und Geschicklichkeit des Arbeiters an. Nachdem das Uhrwerk so weit vorangeschritten, wird es aufs Neue in Arbeit genommen und wird jetzt Gegenstand des Uhrenfabrikanten im engeren Sinne. Die Platinen und diejenigen Stücke, welche das Gerippe des Uhrwerks bilden und also sein Maß angeben, wandern nun zu dem Gehäusemacher, welcher sie ins Gehäuse einpaßt. Nachdem das Werk in das Gehäuse gebracht ist, geht es an den Fabrikanten zurück, und es wird das Zifferblatt nebst Zeiger aufgesetzt. Sodann, wenn das Werk fest im Gehäuse ist, werden die Löcher in die Staubdeckel für die Aufzieh- und Zeigerzapfen eingebohrt und die Zapfen auf die richtige Länge abgenommen, was ebenfalls vom Repasseur geschieht. Nun wird die Feder eingesetzt und der richtige Eingriff der Räder hergestellt, überhaupt das Werk in allen Theilen richtig gestellt; meistens wird auch jetzt schon die richtige Spirale eingesetzt.

Jetzt muß die Uhr gehen und hat nur noch die Verschönerung zu erhalten. Zu diesem Zwecke wird sie wieder auseinander genommen, und nun gehen die Schrauben an den Schraubenpolirer, das Stahlwerk an den Stahlpolirer, die Messingräder an den Messingpolirer, oder auch an den Vergolder bei feineren Uhren, alle anderen Messingtheile gehen nebst den vorher gra-

virten Kouvetten zum Abschleifen (Adouciren), dann zur Vergoldung (beim Vergolden der Räder müssen die Zapfen überzogen werden).

Jetzt kommt die Uhr an den Remonteur, welcher sie wieder zusammensetzt und erforderlichen Falls, wo es nicht vorher geschehen ist, die richtige Spirale noch einsetzt.

Nunmehr ist das Werk fertig. Das Gehäuse, das mit der Uhr zusammen numerirt ist, ging an den Gehäusemacher zurück, um das Scharnier zu erhalten, sofort an den Graveur, um gravirt, oder an den Guillocheur, um guillochirt zu werden; sodann kam es zum Gehäusepolirer, welcher ihm innen und außen eine glatte glänzende Fläche zu geben hatte. Die galvanisch vergoldeten Werke werden innen mit Stein polirt, die andern auf der Drehbank mit Roth. Jetzt geht das Uhrengehäuse wieder zurück an den Remonteur, welcher das Werk zum letzten Male einsetzt und die Uhr, nachdem vollends der Glasaufsetzer das Deckelglas eingesetzt hat, ist nunmehr zum Verkauf fertig.

Chaux-de-fonds, als Haupthandelsplatz der Uhrenfabrikation des St. Immerthales, verkauft jährlich etwa für 25 Millionen Franken Uhren, und die Zahl der im Kanton Neuenburg und im Berner St. Immerthale gefertigten Uhren wird auf eine Million Stücke im Werthe von 60,000,000 Franken angegeben.

Durch diese geschilderte Theilung der Arbeit ist die Aufgabe gelöst, viel, gut und wohlfeil zu fabriciren.

Die neuen und wichtigen Zusätze, welche diese vierte Auflage erhalten hat, sind aus dem genauen Inhaltsverzeichnisse ersichtlich.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

Erstes Kapitel.

Zweites Kapitel.

Drittes Kapitel.

Viertes Kapitel.

Fünftes Kapitel.

Seite

Sechstes Kapitel.

Siebentes Kapitel.

Achtes Kapitel.

Neuntes Kapitel.

Zehntes Kapitel.

Elftes Kapitel.

Zwölftes Kapitel.

Dreizehntes Kapitel.

Vierzehntes Kapitel.

Funfzehntes Kapitel.

Sechszehntes Kapitel.

Siebzehntes Kapitel.

Achtzehntes Kapitel.

Neunzehntes Kapitel.

Einleitung.

Man kann sämmtliche Uhren in zwei Hauptklassen eintheilen, und zwar:

1) in solche, bei denen die Elasticität metallener Federn den regulirenden Theil in Bewegung setzt; man pflegt sie Unruhuhren zu nennen; sie sind geeignet, von einem Orte zum andern gebracht zu werden, ohne daß sie aufhören zu gehen;

2) in solche, bei welchen der regulirende Theil von der Schwerkraft abhängig ist, und die, so lange sie gehen, an demselben Orte verharren müssen; man nennt sie allgemein Pendeluhren.

Die Uhren der ersten Klasse haben entweder rückgängige, oder ruhende, oder freie Hemmung, oder freie Hemmung mit beständiger Kraft.

Der charakteristische Unterschied dieser Arten von Uhren ist auf die besondere Konstruktion ihrer Hemmung begründet; sie allein kann im Allgemeinen einen regelmäßigen Gang möglich machen, im Besondern wird jedoch eine einzelne Uhr ihrer Art desto regelmäßiger gehen und einen desto höheren Werth haben, je sorgfältiger sie in allen ihren Theilen ausgeführt ist.

Unter Uhren mit rückgängiger Hemmung hat man die sogenannten Spindeluhren zu verstehen. Dieselben sind zuerst erfunden worden, und eine geraume Zeit hindurch verfertigte man nur sie allein, weil die Ausführung der anderen jetzt ebenfalls verbreiteten Uhren schwierig war, und zwar um so mehr, als die zu ihrer Herstellung erforderlichen Instrumente erst weit später hergestellt worden sind.

Die Konstruktion der Spindeluhren ist hauptsächlich darum mangelhaft, weil, während alle übrigen Räder horizontal liegen, das Steigrad eine vertikale Lage hat. Hierdurch wird der Eingriff des Kronrades in den Steigradstrieb ungenau, und die in mehrfacher Hinsicht wünschenswerthe flache Form ist bei diesen Uhren nicht zu erreichen. Ein anderer Mangel besteht darin, daß bei der rückgängigen Bewegung das Werk nie zur Ruhe kommt. Aus diesen Gründen ist man in der neueren Zeit von diesen Uhren abgegangen, und sie werden nur noch selten gekauft.

Unter Uhren mit ruhender Hemmung hat man die Cylinder-, Virgul- und Duplexuhren zu verstehen. Die Cylinderuhren haben den Vortheil, daß alle Räder horizontal liegen, wodurch bei ihnen, wie auch bei den folgenden Uhren, eine zierliche, flache Form möglich wird; ferner findet, wegen der ruhenden Hemmung, keine rückgängige Bewegung im Werke statt. Der letzte Umstand gestattet, diesen Uhren einen regelmäßigeren Gang zu ertheilen, als den vorher erwähnten Spindeluhren. Endlich haben sie noch den Hauptvortheil, daß sie keiner Schnecke bedürfen. Dasjenige, was nämlich die letztere in den anderen Uhren zu leisten hat, die Ausgleichung der größeren und kleineren Kraft der großen Feder, wird hier durch den Isochronismus der großen und kleinen Schwingungen der Unruhe bewirkt.

Ein Nachtheil, woran diese Uhren in höherem Grade, als andere, leiden, ist der, daß sie mit dem Dickwerden des Oels, wegen größerer Reibung, mehr in ihrem Gange verzögert werden.

Virguluhren verfertigt man in der neueren Zeit selten, theils weil sie sehr zerbrechlich sind, theils, weil das Oel sich nicht am Virgul hält, wodurch der Gang leicht gestört wird.

Die Duplex- oder Doppelraduhren haben vor den Cylinderuhren den Vorzug, daß bei dem Stoße auf einen Hebel weniger Reibung stattfindet und die wirkende Kraft daher größer ist. Ferner kann bei ihnen das Oel durch sein Dickwerden nur einen geringeren schädlichen Einfluß ausüben, weil das zweite Rad während der Schwingungen der Unruhe näher an der Achse liegt und so das Moment der Reibung kleiner wird.

Zu den Uhren mit freier Hemmung zählt man die Ankeruhren, die Chronometer und die Uhren mit konstanter Kraft. Bei den Ankeruhren kann die Unruhe, nachdem sie den Stoß bekommen hat, unabhängig vom Werke, d. h. frei, schwingen, daher können die Schwingungen selbst größer als bei den bisher betrachteten Uhren werden. Ein anderer Vortheil besteht darin, daß sie weniger zerbrechlich sind, und daß, wenn etwas beschädigt ist, die Herstellung weniger Mühe verursacht. Sie stehen den nun zu erwähnenden Chronometern darin nach, daß sie des Ankers oder Hakens bedürfen, wodurch mehr Zapfenreibung herbeigefürt wird.

Bei den Chronometern übt das Gangrad unmittelbar den Schlag aus, und auch der Einfluß des Oeles ist geringer, theils, weil die Hemmung gar keines Oeles bedarf, theils, weil der Einfluß der Verdikkung des letzteren auf die anderen Theile fast ganz ausgeglichen wird. Die Chronometer werden mit einer möglichst vollkommenen Kompensation des Einflusses der verschiedenen Temperaturen ausgerüstet, und hierdurch entstehen die größten zu überwindenden Fehler im Gange. Diese Kompensation kommt mehr oder weniger auch bei den vorher erwähnten Uhren in Anwendung. Endlich wird bei den Chronometern dafür gesorgt, daß sie in verschiedenen Lagen ihren Gang unverändert beibehal-

ten, wodurch sie vorzugsweise geeignet werden, die Zeit eines Ortes nach einem andern zu übertragen.

Die Uhren mit konstanter Kraft, welche wir zuletzt betrachten, leiden daran, daß die bis jetzt erfundenen sogenannten konstanten Kräfte nicht wirklich konstant sind, indem dieselben durch äußere Einflüsse, als Berührung, Reibung, Veränderlichkeit der Federkraft und dergleichen mehr, veränderlich werden. Fänden diese Umstände nicht statt, so würde man durch Anbringung der konstanten Kraft alle schädlichen Einwirkungen des Werkes auf die Unruhe vernichten und so einen regelmäßigen Gang hervorbringen können. Wie die Sache aber bis jetzt steht, haben die Uhrmacher es vermieden, sie bei den Chronometern in Anwendung zu bringen.

Die Pendeluhren zerfallen ebenfalls in drei Abtheilungen, mit rückgängiger, mit ruhender oder mit freier Hemmung und konstanter Kraft.

Die rückgängige Hemmung findet man meistentheils bei den sogenannten Stutzuhren und denjenigen Pendeluhren, welche man zur gewöhnlichen Zeitbestimmung in den Wohnungen benutzt und welche man Hausuhren zu nennen pflegt. Sie haben zwar im Allgemeinen denselben Nachtheil, woran die ihnen entsprechenden oben erwähnten Spindeluhren leiden, daß nämlich das Werk nie zur Ruhe kommt, allein ihr Gang ist dennoch regelmäßiger und zwar aus einem Grunde, der für alle Pendeluhren gilt, nämlich weil das Pendel, wenn es nur die gehörige Länge hat und beibehält, durch die konstante Kraft der Schwere gezwungen wird, nahe isochronische Schwingungen zu machen.

Pendeluhren mit ruhender Hemmung werden weniger als die vorhergehenden verhindert, ihre Wirkungen frei vom Einflusse des Werkes auszuführen. Man findet diese Hemmung an allen Pendeluhren, welche sich an Gebäuden befinden, um zur allgemeinen Zeitangabe zu dienen, als den Thurm- und Hofuhren. Der bei ihnen früher viel verbreitete Stiftengang, der aber unvortheilhaft war, weil das Oel sich nicht an den Stiften

hält, ist jetzt durch den Graham'schen Haken verdrängt worden.

Bei den Pendeluhren mit ruhender Hemmung, welche zur scharfen oder astronomischen Zeitbestimmung dienen, den astronomischen Pendeluhren, bringt man vorzugsweise eine genaue Kompensation der Pendellänge in Bezug auf den Einfluß der Wärme und Kälte in Anwendung. Die am einfachsten herzustellende Kompensation ist die durch Stahl und Quecksilber zusammengesetzte; etwas schwieriger auszuführen ist die rostförmige, aus Stahl und Messing oder Zink und Stahl u. s. w. Die erste, die Quecksilberkompensation, eignet sich sehr gut für Räume, welche nicht geheizt werden, wie z. B. für Sternwarten, in denen die Temperatur der Luft in verschiedenen Höhen wenig verschieden ist. Die rostförmige Kompensation ist für Räume zu empfehlen, welche geheizt werden und in verschiedenen Höhen ungleiche Temperatur der Luft haben.

Pendeluhren mit freier konstanter Kraft sollen denselben Vortheil darbieten, welchen man von den Unruhuhren mit konstanter Kraft erwartet. Die Schwingungen des Pendels sollen nämlich vermittelst der konstanten Kraft frei von dem Einflusse des Werkes werden; jedoch sind bis jetzt hier, wie dort, manche Nachtheile entstanden, wodurch der beabsichtigte Zweck vereitelt wurde. Man kann selbst Fälle anführen, in denen man aus astronomischen Pendeluhren die konstante Kraft entfernt und statt ihrer den Graham'schen Anker angebracht hat.

Die bewegende Kraft (Triebkraft) theilt in den Uhren ihre Wirkung durch eine Reihe von Rädern und Getrieben mit, welche durch passende Eingriffe auf den Theil der Uhr wirken, der die Hemmung genannt wird. Diese giebt dem schwingenden Körper die Stöße oder Impulsionen, welche erforderlich sind, um die Bewegungen desselben zu unterhalten. Die Hemmung zählt auch die Schwingungen, und das Räderwerk, welches die Zeiger führt, giebt auf diese Weise die Zeit an.

Diese Räder und Getriebe greifen durch Zähne ein, die in ihren Umkreis eingeschnitten sind. Die Zähne in den Getrieben werden bisweilen Triebstöcke genannt. Die Räder und Getriebe drehen sich um Zapfen, welche die Enden ihrer Achsen (Wellbäume) sind, oder um diese selbst, nur etwas dünner gemacht. Die Räder ruhen auf der Seite der Zapfen, wenn sie in vertikaler Lage sind; in horizontaler Lage werden sie von der Brust oder dem Ansatze der Zapfen getragen.

Die Feder wirkt inwendig in einem Cylinder, der sich um eine Achse bewegt. Dieser Cylinder wird das Federhaus genannt, und die Achse selbst der Federstift, auch die Federwelle. Die Feder ist spiralförmig. Wenn sie im Federhause wirken soll, werden ihre Enden, das eine an den Federstift, das andere an den Umkreis des Federhauses befestigt. Steht das Federhaus fest, so kann man die Feder durch das Umdrehen des Federstiftes nach der einen Seite spannen, indem sich die Feder alsdann um den Stift wickelt. Steht dagegen der Federstift fest, so spannt man die Feder auf passende Weise durch das Drehen des Federhauses. Der Federstift wird durch ein Sperrwerk (Gesperre) gehalten (bestehend aus einem Sperrrad oder Rade mit schrägen Zähnen und einem Sperrhaken oder Sperrkegel, welcher in das Sperrrad eingreift), so daß er nur nach der einen Seite gedreht werden kann. Durch eine Kette wirkt das Federhaus öfters auf eine Schnecke. Wenn die Feder hinreichend gespannt oder aufgezogen ist, wird ein Mechanismus, bei Uhren mit Schnecke Vorfall, und bei denen ohne Schnecke Stellung genannt, verhindern, daß die Feder zuviel gespannt werde.

Man bringt bei der Unruhe eine kleine Feder an, die dazu dient, die Schwingungen derselben zu reguliren. Diese Feder wird, ihrer Gestalt wegen, Spiralfeder genannt. Je nachdem die Spiralfeder stärker oder schwächer ist, werden die Schwingungen der Unruhe schneller oder langsamer werden. In den gewöhnlichen Uhren bringt man bei der Spiralfeder einen Mechanismus an,

welcher, indem er den äußersten Umgang der Spiralfeder verlängert oder verkürzt, die Schnelligkeit der Schwingungen zunächst regulirt. Dieser Mechanismus ist unter dem Namen Rückerwerk bekannt und besteht aus einem Getriebe, welches in einen Rechen eingreift, auf welchem zwei Stifte angebracht sind, die den äußersten Umgang der Spiralfeder umfassen. In Cylinderuhren und anderen Uhren neuerer Art wendet man auch ein anderes Mittel an, nämlich einen Rücker, der auch ähnliche zwei Stifte hat, welche auf die Spiralfeder wirken.

Wir müssen bei dieser Gelegenheit auf Prof. Aytoun's Uhrenregulator aufmerksam machen.

Jedermann weiß, wie regelmäßig eine Unruhuhr geht, wenn sie aus der Hand des Uhrmachers kommt. Mit vieler Mühe und Geduld ist sie in richtigen Gang gebracht worden, und sie geht daher so regelmäßig, als es die Ausführung des Werkes gestattet. Unglücklicher Weise sind wir aber nicht damit zufrieden, daß unsere Uhren die regelmäßige Zeit einhalten; sie sollen auch mit der wahren Zeit Schritt halten. Um dieß zu bewirken, rücken wir einen Regulator und bewerkstelligen dadurch die gewünschte Beschleunigung, oder Verlangsamung des Ganges; zugleich aber vereiteln wir Alles, was die Geschicklichkeit und Mühe des Uhrmachers gethan hatte, um sie in richtigen Gang zu bringen, und es verliert daher die Uhr die Regelmäßigkeit, welche sie diesem Umstande allein verdankt. Diese Behauptung soll nun näher erörtert werden.

Außer der Länge der Unruh-, oder Spiralfeder, giebt es noch zwei andere Einstellungsbedingungen dieses zarten Theiles der Uhr, welche von großer Wichtigkeit sind.

Die eine ist, daß die Spiralfeder an ihrem festen Ende in solcher Weise gehalten sein muß, daß die am freien Ende befestigte Welle der Unruhe frei und ohne Zwang in ihren Zapfenlagern liegt; es ist klar, daß, wenn die Lager auf die Zapfen drücken, eine Reibung

entsteht, welche mit der freien Thätigkeit der Theile unvereinbar ist. Die andere Bedingung ist, daß die Feder, wenn sie still steht, die Unruhe in einer neutralen Stellung halten soll, so daß diese gleich weit nach beiden Seiten sich drehen muß, um einen Zahn vorrükken zu lassen. Ist die Uhr so eingestellt, so hat sie den richtigen Schlag; die Schläge folgen einander genau in gleichen Zeitabschnitten, und die Uhr geht mit der größtmöglichen Regelmäßigkeit. In der That hängt der gute Gang der Uhr eben so sehr von diesem Umstande, wie von der Länge der Unruhfeder ab.

Wenn nun aber der Regulator, um den Gang der Uhr zu ändern, nach der einen, oder andern Seite gerückt wird, so müssen die Regulirstifte nothwendig die Feder nach der einen, oder andern Seite drücken und mithin die Zapfen der Unruhe gegen die Löcher pressen. Dadurch wird die erste der oben aufgestellten Bedingungen aufgehoben, und es muß durchaus die richtige Einstellung wieder bewirkt werden. Zu diesem Zwecke wird die Spiralfeder mittels einer Flachzange rückwärts und vorwärts gedreht, bis sie die Zapfen der Unruhe nicht mehr gegen die Zapfenlöcher drückt. Hierdurch aber wird nun die zweite Einstellungsbedingung vollkommen aufgehoben, wie man leicht aus Fig. 1 erkennt. Die geringste Drehung der Feder macht, daß das innere Ende B, welches absichtlich in gerader Linie nach oben gebogen ist, einen andern Winkel mit der Schiene A A bildet, so daß also die Unruhe dem Sperrrad eine andere Fläche bieten muß, wodurch ungleiche Schläge und in Folge davon Unregelmäßigkeiten und ein absetzender Gang bewirkt werden müssen. Dieß erklärt den allgemein bekannten Umstand, daß die Uhrmacher nicht gern den Regulator hinreichend drehen; sie bewegen ihn immer nur weniger, als die Ungeduld der Kunden es verlangt, da sie aus Erfahrung wissen, wie gefährlich für den regelmäßigen Schlag der Uhr das erforderliche Drehen am Regulator ist.

Die Verbesserung, welche Prof. Aytoun demnach an der Unruhe anbringt, ist ein Schieber, welcher die Regulatorstifte führt und sich in einer Vertiefung des Regulators B, C bewegt. Hierdurch kann der Regulator in jeder erforderlichen Weite, selbst bis zu seiner Grenze bewegt werden. Denn man kann die Zusammendrückung der Feder, welche dadurch bewirkt wird, sofort aufheben, indem man ihren Schieber in der Vertiefung verschiebt, bis der Stift nicht mehr auf die Feder drückt. Auf diese Weise hört die Nothwendigkeit jeder Arbeit an der Spiralfeder auf, welche nicht eher wieder berührt zu werden braucht, als bis der Uhrmacher die Uhr zum Reinigen übernimmt. (Mechanic's Magazine, Febr. 1862. S. 99.) —

Die Räder laufen gewöhnlich zwischen zwei Boden (Platinen oder Platten), wovon der eine Vorderboden, Großboden (Pfeilerplatte), der andere Hinterboden, Kleinboden (Klobenboden) genannt wird. Doch läßt man die Räder oft in Stegen laufen. Der Steg, worin der Zapfen der Unruhe läuft, führt den besondern Namen Unruhkloben.

Um die Regel zu bestimmen, welche zur Grundlage der Konstruktion der verschiedenen Theile einer Uhr dienen, ist es nothwendig, besonders zu betrachten: 1) den Regulator, er möge nun Pendel oder Unruhe sein; 2) die bewegende Kraft oder Triebkraft; 3) das Räderwerk und 4) die Hemmung.

Erstes Kapitel.

Vom Pendel *).

Das Pendel ist ein Körper, der, an einem Faden hängend, um seinen Aufhängungspunkt schwingen kann. Es giebt zwei Arten Pendel, das einfache und das zusammengesetzte. Das einfache Pendel ist nur ein ideales, indem man sich vorstellt, daß der Faden an demselben, welcher den schwingenden Körper hält, gar keine Masse habe, und daß das ganze Gewicht des schwingenden Körpers in einem einzigen Punkte vereint sei, welches in der Wirklichkeit nicht stattfindet. Passend hat man daher dieses Pendel das mathematische genannt. Dagegen hat das zusammengesetzte Pendel mehr oder weniger Masse oder Gewicht in seinen verschiedenen Theilen. Im Gegensatze zu dem mathematischen Pendel wird dieses das körperliche genannt. Natürlicher Weise ist es nur dieses letztere, das in Uhren angewandt wird.

Fig. 2 zeigt das mathematische oder einfache Pendel, c ist der Aufhängungspunkt, c a der Faden, welcher

---

*) Vergleiche Urban Jürgensen, höhere Uhrmacherkunst, Kap. 1 u. 2; und Moinet, Nouveau Traité général d'horlogerie etc. Part. I. cap. I.; Part. II. cap. V, pag. 413, VI. pag. 436, VII. pag. 474.

den schwingenden Körper hält. Dieser Körper kann um den Aufhängungspunkt c größere oder kleinere Bogen beschreiben; bad ist ein solcher Bogen. Die Bewegung des Pendels wird durch die Schwere des Körpers a verursacht; denn wenn man diese nach der Seite b hinführte, so würde er nach einer Richtung senkrecht auf die Oberfläche der Erde fallen; doch da er durch den Faden ca zurückgehalten wird, beständig in derselben Entfernung vom Punkte c, so kann der Fall nur in dem Bogen ba geschehen. Wenn der Körper den Punkt a erreicht hat, wird er eine Geschwindigkeit erlangt haben, gleich der, welche er durch einen Fall, senkrecht von i nach a, bekommen haben würde, und durch diese Geschwindigkeit steigt der Körper von a bis d in derselben Zeit empor, welche zu der halben Schwingung ba angewandt wird. Wenn der Körper bis d gekommen ist, kann er nicht in Ruhe bleiben, sondern wird aufs Neue bis a und darüber hinaus bis b schwingen. Die Schwingungen werden auf diese Weise fortdauern, bis eine äußere Kraft sie aufhören macht.

Das eigenthümliche Gewicht (specifische Gewicht) des schwingenden Körpers hat keinen wesentlichen Einfluß auf die Dauer der Schwingungen und würde gar keinen haben, wenn das Pendel in einem luftleeren Raume schwänge.

Die größeren oder kleineren Schwingungsbogen des Pendels werden nicht in gleichen Zeiten vollendet, sind nicht vollkommen isochronisch (von gleicher Dauer, gleichzeitig). Die größeren Bogen erfordern längere Zeit, als die kleineren; etwas, was sowohl die Erfahrung zeigt, als auch mathematisch bewiesen werden kann. Indessen ist der Unterschied in der Dauer der Schwingungen nicht bedeutend und hat keinen besonders schädlichen Einfluß auf die Uhren, welche zum gewöhnlichen Gebrauche bestimmt sind; aber in der höheren Uhrmacherkunst, wo man sogar die geringste Ursache zur Unregelmäßigkeit zu heben sucht, hat man auf passende Mittel sinnen müssen, um die Schwingungen durchaus

gleichzeitig zu machen, oder wenigstens so gleichzeitig (isochronisch) als möglich. Huyghens ist der erste, welcher sich mit diesem Gegenstande beschäftigt hat, und um gleichzeitige Schwingungen zu bewirken, schlug er vor, das Pendel zwischen zwei Platten schwingen zu lassen, welche nach einer Cykloide (Radlinie) so ausgeschnitten waren, daß sich der Faden am Aufhängungspunkte nach diesen Platten biegen konnte. Durch dieses Mittel wird, wie es mathematisch bewiesen werden kann, die Pendellinse oder der schwingende Körper dahin gebracht werden, in einer Cykloide zu schwingen, wodurch die Schwingungen gleichzeitig werden.

Obgleich die cykloidischen Schwingungen nach der strengen Theorie richtig sind und die Idee sinnrei und eines Huyghens würdig ist, so ist es in der Praxis doch kaum möglich, dieses Mittel anzuwenden. Die Schwierigkeit, beide Backen oder Platten von einer genau cykloidischen Figur zu machen, ist schon ein großes Hinderniß, und wären diese auch vollkommen genau, so sieht man doch leicht ein, wie unvortheilhaft es sei, das Pendel vermittelst eines Fadens aufzuhängen. Wenn man aber statt des Fadens eine sehr schwache und biegsame Feder gebrauchen wollte, welche sich nach den cykloidischen Platten biegen könnte, so würde eine Schwierigkeit durch die Unregelmäßigkeit entstehen, welche von der Kohäsion zwischen der Feder und jenen cykloidischen Platten herrührte. Man erreicht den Zweck in der Wirklichkeit auf eine weit einfachere Weise, indem man dessenungeachtet Huyghens' Grundregel folgt, nämlich: Da der Kreisbogen, den das unterste Ende des Pendels beschreibt, und der Bogen, den er beschreiben würde, falls er sich cykloidisch bewegte, zusammenfallen müßten, wenn das Pendel in sehr kleinen Bögen schwänge, so kann man diese kleinen Kreisbögen als cykloidisch und so als gleichzeitig betrachten. Auf diese Weise nähert man sich in der Praxis durch ein sehr einfaches Mittel einem vollkommenen Isochronismus.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß zwei Pendel von gleicher Länge ihre Schwingungen nicht in gleicher Zeit vollenden, wenn sie sich an Stellen von verschiedener geographischer Breite befinden. Die Schwingungszeit wird nämlich durch die Größe der Schwerkraft und durch die Länge des Pendels bestimmt. Wenn aber die Schwerkraft vermehrt oder vermindert wird, so ist es einleuchtend, daß dieses auf die Dauer der Schwingungen Einfluß haben muß. Auf der Erde, die an den Polen platt gedrückt ist, dagegen unter dem Aequator erhöht, ist die Schwerkraft geringer in der Nähe des letzteren, größer unter den Polen. Da auf der Erde ferner die Centrifugalkraft allmälig geringer wird, je mehr man sich vom Aequator entfernt, so wird die Schwerkraft auch aus diesem Grunde in demselben Verhältnisse größer werden, in welchem man sich den Polen nähert. Aus diesen beiden in Verbindung wirkenden Ursachen werden die Schwingungen des Pendels langsamer, wenn man sich dem Aequator, und schneller, wenn man sich den Polen nähert.

Wenn die geographische Breite dieselbe bleibt, wird die Schwerkraft sich nicht verändern; folglich werden Pendel von gleicher Länge in gleichen Zeiten schwingen, wenn sie unter gleicher Breite aufgehängt sind. Mit Rücksicht auf die Anzahl der Schwingungen und die Pendellängen hat man folgende Regeln, die mathematisch bewiesen werden können:

1) Die Schwingungen der Pendel geschehen in Zeiten, die im Verhältniß stehen zu den Quadratwurzeln ihrer Längen; und

2) die Längen der Pendel stehen im Verhältnisse zu den Quadraten der Schwingungszeiten.

Daraus folgt:

1) daß die Anzahl der Schwingungen in einer gegebenen Zeit im umgekehrten Verhältnisse zu den Quadratwurzeln ihrer Länge stehen; und

2) daß die Längen im umgekehrten Verhältnisse zu den Quadraten der Anzahl der Schwingungen stehen, so daß ein Pendel, welches in einer gegebenen Zeit doppelt so viele Schwingungen, als ein anderes macht, nur den vierten Theil der Länge desselben haben wird.

Wenn die Zeit, worin ein Pendel seine Schwingungen macht, gegeben ist, und ebenfalls die Länge desselben, so kann man daraus die Länge eines andern Pendels finden, dessen Schwingungszeit gegeben ist. Ist die Länge gegeben, so kann man die Anzahl der Schwingungen finden, wie wir gleich ausführlicher darthun wollen.

Es ist bekannt, daß ein Pendel von $440\frac{1}{2}$ pariser Linien (457 Linien rheinländ. Maß) eine Schwingung in einer Sekunde macht, oder 3600 in der Stunde. Verlangt man nun, diesem zu Folge, die Anzahl der Schwingungen zu erfahren, die ein 10 Zoll oder 120 Linien langes Pendel in einer Stunde macht, so wird man diese finden, wenn man sagt: die Anzahl der Schwingungen des großen Pendels, oder 3600, verhalten sich zu den Schwingungen des kleinen Pendels, wie die Quadratwurzel aus der Länge des kleinen Pendels zu der Quadratwurzel aus der Länge des großen Pendels, d. h.

$$\sqrt{120} : \sqrt{440\frac{1}{2}} = 3600 : x$$

$$120 : 440\frac{1}{2} = 3600^2 : x^2;$$

$$x^2 = \frac{3600^2 \cdot 440\frac{1}{2}}{120} = \frac{12960000 \cdot 440\frac{1}{2}}{120} =$$

47574000, wovon die Quadratwurzel: $x = 6897$.

Ein Pendel von 10 Zoll oder 120 Linien Länge macht auf diese Weise 6897 Schwingungen in der Stunde.

Um die Länge eines Pendels zu finden, von dem die Anzahl der Schwingungen gegeben ist, verfährt man auf folgende Weise: Die Länge des bekannten Pendels verhält sich zu der Länge des unbekannten Pendels oder x, wie die Quadratwurzel der Schwingungen des unbe-

kannten Pendels zu der Quadratwurzel der Schwingungen des bekannten Pendels. Nimmt man nun in Bezug auf das unbekannte Pendel an, daß die Anzahl der Schwingungen 7200 in der Stunde sei, so erhält man folgende Proportion:

$$440\tfrac{1}{2} : x = 7200^2 : 3600^2;$$

oder, indem das letzte Verhältniß dadurch verkürzt wird, daß man in 3600^2 dividirt, und daß die Verhältnisse umgekehrt werden.

$$2^2 : 1^2 = 440\tfrac{1}{2} : x;$$

$$\text{oder } 4 : 1 = 440\tfrac{1}{2} : x;$$

und hieraus

$$x = \frac{440\tfrac{1}{2} \cdot 1}{4} = 110\tfrac{1}{8} \text{ Linie.}$$

Damit ein Pendel also 7200 Schwingungen in der Stunde (oder eine Schwingung in einer halben Sekunde) machen kann, muß seine Länge $110\frac{1}{8}$ Linien oder 9 Zoll $2\frac{1}{8}$ Linie pariser Maß ($9\frac{1}{2}$ Zoll rheinländisches Maß) sein. Man sieht, daß es demnach nicht schwierig ist, die Länge des Pendels zu finden, wenn die Anzahl der Schwingungen in einer Stunde gegeben ist. Auf diese Weise hat man Tabellen verfertigt, um die Länge der Pendel zu bestimmen.

Tafel für die Länge eines einfachen Pendels bei einer gegebenen Anzahl Schwingungen in einer Stunde.

Zahl der Schwingungen in der Stunde.	Länge des Pendels.	Zahl der Schwingungen in der Stunde.	Länge des Pendels.	Zahl der Schwingungen in der Stunde.	Länge des Pendels.
	Centim.		Centim.		Centim.
3600	99,4	6400	31,4	9200	15,2
3700	94,1	6500	30,5	9300	14,9
3800	89,2	6600	29,6	9400	14,6
3900	84,7	6700	28,7	9500	14,3
4000	80,5	6800	27,9	9600	14,0
4100	76,6	6900	27,1	9700	13,7
4200	73,0	7000	26,3	9800	13,4
4300	69,7	7100	25,6	9900	13,1
4400	66,5	7200	24,8	10000	12,9
4500	63,6	7300	24,2	10100	12,6
4600	60,9	7400	23,5	10200	12,4
4700	58,3	7500	22,9	10300	12,1
4800	55,9	7600	22,3	10400	11,9
4900	53,6	7700	21,7	10500	11,7
5000	51,5	7800	21,2	10600	11,5
5100	49,5	7900	20,6	10700	11,3
5200	47,6	8000	20,1	10800	11,0
5300	45,9	8100	19,6	10900	10,8
5400	44,2	8200	19,2	11000	10,6
5500	42,6	8300	18,7	11100	10,5
5600	41,1	8400	18,3	11200	10,3
5700	39,6	8500	17,8	11300	10,1
5800	38,3	8600	17,4	11400	9,9
5900	37,0	8700	17,0	11500	9,7
6000	35,8	8800	16,6	11600	9,6
6100	34,6	8900	16,3	11700	9,4
6200	33,5	9000	15,9	11800	9,3
6300	32,5	9100	15,6	11900	9,1

Das ganze Gewicht des einfachen oder mathematischen Pendels wird in dem schwingenden Körper vereint gedacht; die verschiedenen Theile des zusammengesetzten oder körperlichen Pendels haben nach ihrer Ausdehnung und der eigenthümlichen Schwere der Theile, woraus das Pendel zusammengesetzt ist, größeres oder geringeres Gewicht. Nichtsdestoweniger kann man das ganze Gewicht in einem einzigen Punkte vereint betrachten, den man den Schwingungsmittelpunkt nennt. Die Anzahl der Schwingungen, welche das einfache Pendel macht, ist gleich der Anzahl derjenigen des zusammengesetzten Pendels, bei welchem die Entfernung des Schwingungsmittelpunktes von dem Aufhängungspunkte der Länge des einfachen Pendels gleich ist.

Man kann durch Berechnung den Schwingungsmittelpunkt in dem zusammengesetzten Pendel finden, aber nicht ohne große Schwierigkeit. Indessen sind diese Berechnungen von keinem Nutzen, weder für die Künstler, welche die Uhr verfertigen, noch auch bei der Anwendung des Pendels in Uhren. Darum ist hier von dieser Berechnung auch weiter nicht die Rede.

Das umschwingende oder konische Pendel.

Bis jetzt haben wir nur von schwingenden Pendeln gesprochen, aber die Auskunft über Pendel würde unvollständig sein, ohne eine Erwähnung der umschwingenden oder konischen Pendel, wie man sie zu nennen pflegt, weil sie in ihrer Umdrehung einen Kegel beschreiben.

Dergleichen Pendel werden angewendet, wenn man statt einer unterbrochenen Bewegung einer ununterbrochenen des Uhrräderwerkes bedarf, wie z. B. bei den Uhrwerken, welche ein Aequator-Teleskop auf einen Stern gerichtet erhalten sollen, indem sie dasselbe in einer der Bewegung der Erde, mit deren Achse die Achse des Teleskops, um welche es sich dreht, parallel gemacht ist,

entgegengesetzten Richtung führen. Uhrwerke mit solchen Pendeln kann man auch in Schlafzimmern solcher Personen anwenden, welche das Picken einer gewöhnlichen Pendeluhr nicht vertragen können. Statt an einer breiten Feder, hängt man dieses Pendel an einem dünnen Stücke Klavierdraht auf. Dabei versteht sichs von selbst, daß derselbe keine Neigung habe, sich um seine Achse zu drehen, wodurch, wie man befürchten könnte, der Draht abgedreht wird. Wenn es erforderlich wäre, eine solche Drehung zu bewirken, so würde in der That eine besondere Kraft dazu nöthig sein. Die Umdrehungszeit eines umlaufenden Pendels kann leicht auf folgende Art ausgemittelt werden:

Es sei l die Länge des Pendels, a der Winkel, den es mit der vertikalen Achse des beschriebenen Kegels bildet, ω die Winkelgeschwindigkeit: so ist alsdann die Centrifugalkraft $= \omega^2$ l sin. a; und da dieses die Kraft ist, welche das Pendel aus der Vertikallinie entfernt, so muß sie auch die Kraft ausgleichen, die dasselbe nach der Vertikallinie führt und auszudrücken ist durch g tang. a; und deshalb ist $\sqrt{\frac{g}{l \cos. \vartheta}} = \omega$, die Winkelgeschwindigkeit, oder der in 1 Sekunden Zeit beschriebene Winkel, und die Zeit einer vollständigen Umdrehung durch den Winkel von 360° oder 2 π ist $\frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos. a}{g}}$, d. h., die Zeit der Umdrehung eines Pendels von einer gegebenen Länge ist geringer, als die Zeit einer doppelten Schwingung desselben Pendels und zwar im Verhältniß des Kosinus des Winkels, den es mit der Umdrehungsachse bildet, zur Einheit.

Ein umlaufendes Pendel wird von einem Räderwerk in Bewegung erhalten, dessen letztes horizontales Rad eine vertikale Achse hat, von welcher ein Arm vorragt, welcher gegen einen Stift am untern Theile des Pendels drückt; und es ist damit der Nachtheil verbun-

den, daß jede Ungleichheit in der Kraft des Räderwerks, welche von Variationen der Reibung, oder irgend einer andern Ursache herrührt, sogleich aufs Pendel übergetragen wird; dagegen werden wir finden, daß bei mehreren Arten der Hemmung, die sich bei einem schwingenden Pendel anwenden lassen, die Veränderungen der Kraft ziemlich oder ganz unmerklich gemacht werden können. Auch ist es ein Irrthum, anzunehmen, daß in einem konischen Pendel, ähnlich wie bei dem Regulator einer Dampfmaschine, eine sich selbst berichtigende Kraft enthalten sei; denn der gedachte Apparat, obschon er aus ein Paar konischen Pendeln zusammengesetzt ist, steht auch durch ein Hebelsystem mit der Klappe in Verbindung, welche den Dampf liefert.

Auch den Regulatorapparat hat man an Uhrwerken zur Teleskop-Führung angebracht und zwar mit einem Hebel, welcher in eine Feder ausläuft, die durch Reibung auf eine umlaufende Platte in der Uhr wirkt, die Reibung vermehrt und so die Kraft vermindert, sobald die Kugeln des Regulators bei irgend einer Zunahme der Kraft weiter auseinanderfliegen. Und mit der Hinzufügung irgend einer Verbindung mit der Hand des Beobachters, wodurch die Wirkung noch weiter moderirt werden kann, läßt sich die Bewegung für diesen Zweck hinlänglich gleichförmig machen, obschon für ein Uhrwerk, welches ohne weitere Aufsicht beständig im Gange bleiben soll, noch einige weitere Vorkehrungen sich nothwendig machen.

Man hat sogar den Vorschlag gemacht, eine gleichförmige Bewegung des Uhrräderwerks durch ein schwingendes Pendel mittels eines Krummzapfens an einem Rade zu erlangen, welches in zwei Pendelschlägen umläuft und mit demselben durch eine so lange Stange verbunden ist, daß man dieselbe immer als ziemlich horizontal betrachten kann; denn bei näherer Untersuchung wird man finden, daß die horizontale Geschwindigkeit irgend eines Punktes in einem Pendel, welches frei schwingt, in demselben Verhältnisse variirt, wie derjenige

des Endes eines Krummzapfens, welcher sich gleichförmig umdreht. Aber dieser Vorschlag läßt sich in der Praxis nicht ausführen, weil jede Zunahme der Kraft des Räderwerkes sogleich das Pendel veranlassen würde, seinen Bogen und seine Geschwindigkeit zu vermehren, und die Bewegung des Krummzapfens würde nicht länger gleichförmig sein, sondern am Ende jeder Schwingung gehemmt werden; und wenn die Kraft vermindert würde, so würde auch das Pendel nicht weit genug auseinander fliegen, um den Krummzapfen über die todten Punkte zu bringen; das Uhrwerk würde folglich stille stehen.

Das Pendel erleidet während der Schwingung einen Widerstand in der Luft und einen Reibungswiderstand am Aufhängungspunkte, welche beiden Hindernisse der Bewegung so viel als möglich vermindert werden müssen.

Der Reibungswiderstand, den das Pendel am Aufhängungspunkte erleidet, vermindert beständig die Schwingungsbogen des Pendels und wird die Bewegung zuletzt ganz aufheben.

Wenn man annimmt, daß das Pendel bei einer Uhr angebracht ist, so sieht man ein, daß es nothwendig sei, eine äußere Kraft anzubringen, welche den Verlust der Bewegung des Pendels ersetzen und diese Kraft in ein Verhältniß zur Reibung und zum Widerstande der Luft bringen kann. Diese Kraft, welche dazu dient, den Verlust der Bewegung zu ersetzen, wirkt auf die Freiheit der Pendelschwingungen. Das Pendel mißt die Schwingungen durch seine natürliche Bewegung, und je mehr es in seiner Schwingung durch eine von außen wirkende Kraft gehindert ist, desto weniger genau mißt es die Zeit, da jene Kraft nicht immer ganz gleichförmig sein kann. Man sieht dann ein, daß man, um die Wirkung der äußern oder ersetzenden Kraft so gering als möglich zu machen, suchen muß, die Reibung und den Widerstand der Luft bis auf einen möglichst geringen Grad zu vermindern.

Es giebt in der Uhrmacherkunst kein Mittel, eine Uhr in vollkommen gleichen Gang mit einer anderen zu bringen, und mithin kein Verfahren, um Zeitbestimmungen genau auf fernliegende Orte zu übertragen.

Das konische Pendel ist im Stande, diese Aufgabe zur Lösung zu bringen. Entsprechend aufgehängt, giebt es Resultate, welche denen der besten Uhren mit seitwärts schwingendem Pendel gleich kommen.

Die Uhren mit konischem Pendel, welche seit einiger Zeit (in Frankreich) ausgeführt wurden, sind, mit Ausnahme der Aufhängungsvorrichtung des Pendels, auf gleiche Weise konstruirt. Das unterhalb des Pendels angebrochte Gangwerk führt diesen mittels des letzten Triebrades des Räderwerkes, dessen vertikale Achse einen leichten Arm trägt, welcher einen schwachen Stift am Ende des Pendels leitet.

Ohne eines andern Mechanismus zu bedürfen, ohne Schwierigkeiten zu finden, ohne Versuche anstellen zu müssen, kann man eine derartige Uhr beziehungsweise um irgend einen Zeitabschnitt, von dem kleinsten Bruchtheil einer Sekunde bis zur unbegrenzten Zahl ganzer Sekunden vor- oder nachgehen machen, und zwar „beziehungsweise," weil es sich hier nicht darum handelt, den täglichen Gang der Uhrbewegung zu reguliren, sondern um die Einstellung auf die Stunde.

Die Lösung der Aufgabe beruht auf der Eigenthümlichkeit des Pendels, seine Schwingungsebene beizubehalten, und auf dem Ergebniß der Versuche, welche Bravais früher im Observatorium zu Paris über dieselbe Eigenschaft des konischen Pendels angestellt hat.

Wenn eine Uhr mit konischem Pendel von einer Länge, die so berechnet ist, daß jede Kreisschwingung sich in einer Sekunde vollzieht, auf eine horizontale Scheibe gesetzt wird, welche sich um ihren Mittelpunkt dreht, so wird, sobald man diese Scheibe in dem Sinne bewegt, in welchem das Pendel schwingt, man die Uhr aufhalten; bewegt man die Scheibe im entgegengesetzten Sinne, so wird die Uhr vorgehen. Schwingt das Pen-

del nach rechts um, so wird man bei einer Umdrehung der ganzen Uhr nach der rechten Seite dieselbe um eine Sekunde zurückhalten; bei zwei Umdrehungen um zwei Sekunden, bei einer Zehntel-Umdrehung um eine Zehntel-Sekunde u. s. w. Das Gelingen dieses Versuchs erfordert keine besondere Vorsicht. Ein gleiches Resultat erfolgt, wenn man, statt die ganze Uhr zu drehen, nur das Gangwerk derselben dreht. Da aber die Nothwendigkeit auf diese Weise eine ganze Uhr zu verrücken, abgesehen von andern praktischen Schwierigkeiten, das Ablesen der Zeit sehr unbequem machen kann, so sind die Uhren, welche A. Redier der Akademie der Wissenschaften vorlegt, mit einem sehr einfachen Mechanismus versehen, welcher dieselbe Wirkung, als die erwähnte Verrückung hat. An diesem beigefügten Mechanismus hat er nun die gewöhnlichen Vorrichtungen zur elektrischen Fortpflanzung der Zeit nach entfernten Orten angebracht. (Comptes rendus, Mai 1860, Nr. 7.)

Von der Aufhängung des Pendels.

Man kann das Pendel auf zwei Arten aufhängen, entweder vermittelst einer Feder oder einer Schneide. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die letzte Art den Vorzug hat, indem die Bewegung des Pendels nicht so schnell aufgehoben wird, als wenn es mittels einer Feder aufgehängt ist, und schon aus diesem Grunde haben mehrere Künstler die Aufhängung vermittelst einer Schneide vorgezogen. Außerdem fürchtet man, daß eine so dünne Platte oder Lamelle, wie die Aufhängungsfeder ist, durch das bedeutende Gewicht des Pendels leicht etwas verlängert werden könnte, besonders da das Gewicht auf die Feder mit einer Kraft wirkt, welche durch die Schwingungen vergrößert wird. Eine gute Aufhängungsart ist folgende:

Fig. 2 zeigt den Träger (die Unterlage), welcher das Pendel unterstützt. Dieses Stück ist von gegosse-

nem Messing, sehr stark und an das Uhrgehäuse festgemacht. Es kann in das Holz eingelegt und durch mehrere Schrauben befestigt werden. a a ist ein überaus fester und starker viereckiger Rahmen, der von zwei Zapfen getragen wird, die sich am Ende der beiden Schrauben b b befinden. Dieser Rahmen kann sich um die beiden Zapfen bewegen, jedoch nicht ohne bedeutenden Reibungswiderstand. Die beiden Pfannen d d sind dazu bestimmt, die Schneide des Pendels zu tragen, wie man in Fig. 4 sieht, wo d die Pfanne ist. Dieselbe Figur zeigt den Obertheil der Pendelstange, worauf die Schneide angebracht ist. Die Platten e e, Figur 3, sind auf dem Rahmen a a angebracht, um zu verhindern, daß sich die Schneide verschiebe.

Um die Reibung so gering als möglich und zugleich unveränderlich zu machen, muß man beobachten:

1) daß die Schneide aus vorzüglichem Stahle gemacht sei, der sich gut härten läßt;

2) daß auch die Pfanne aus vorzüglichem Stahle bestehe. Es würde noch besser sein, starke Platten von harten Steinen, z. B. von orientalischem Saphir, im Rahmen a a einzufassen und darin die Pfannen auszuarbeiten;

3) daß der Winkel der Schneide beinahe ein rechter oder von 90° und dabei etwas abgerundet oder wenigstens nicht scharf sei. Eine schärfere Schneide, z. B. mit einem Winkel von 45°, würde wohl leichter gehen, nur würde man dabei mehr der Gefahr ausgesetzt sein, daß sie sich in die Pfanne hineinarbeite;

4) daß die Schneide auf allen Punkten ruhe, und aus dem Grunde ist es nothwendig, daß die Kante derselben durchaus gleichlaufend mit der Pfanne sei; auch ist es überaus wichtig, daß die Kante der Schneide, wie auch die Rinne oder Pfanne, gut polirt seien;

5) daß die Schneide und die Pfanne eine hinreichende Länge haben, dem Gewichte des Pendels angemessen. Ein Pendel, dessen Gewicht doppelt so groß, als das eines andern Pendels ist, erfordert eine doppelt

so lange Schneide. Die größere Länge macht keine Veränderung hinsichtlich der Größe des Reibungswiderstandes, aber sie bewahrt die verschiedenen Theile der Schneide und der Pfanne vor Abnutzung.

Wenn man den oben angeführten Regeln folgt, macht man die Reibung überaus gering und sehr konstant oder unveränderlich. Doch ziehen mehrere ausgezeichnete Künstler die Aufhängung vermittelst einer Feder vor, und man hat dabei nicht die Gefahr zu befürchten, welche durch Abnutzung entstehen könnte. Die Aufhängung vermittelst einer Schneide ist der Gefahr ausgesetzt, zernagt zu werden, und in diesem Falle entsteht eine merkliche Unregelmäßigkeit. Aus diesem Grunde hat z. B. der berühmte Jürgensen in Kopenhagen Bedenken getragen, diese Aufhängungsart bei astronomischen Pendeluhren anzuwenden und sich der Aufhängung vermittelst Federn bedient, welche Art außerdem noch einen andern Vortheil darbietet, dessen später gedacht werden soll *). Auf folgende Art hat z. B. Jürgensen seine Pendel aufgehängt und sich von der Zweckmäßigkeit dieser Aufhängungsart durch die Erfahrung überzeugt.

*) Es hat auch einer der größten lebenden theoretischen und praktischen Astronomen, Ritter von Bessel in Königsberg, in seiner klassischen „Abhandlung über die Länge des einfachen Sekundenpendels, Berlin 1828" durch die ausgedehntesten Experimente und scharfsinnigsten Untersuchungen nachgewiesen, nicht nur: daß auch mit der möglichsten mechanischen Vollendung gearbeitete Schneiden dennoch die Schwingungszeit eines Pendels zu verändern im Stande sind, sondern daß sich die Figur der Schneiden auch bei den allerzartesten Experimenten im Beobachtungssaale der Sternwarte durch auch nur kurze Zeit fortgesetzten Gebrauch beständig ändert. Er hat zugleich den Einfluß der Federkraft des Fadens oder der Feder (an welcher das Pendel aufgehängt ist) auf seine Figur und die Schwingungszeit des Pendels mit aller möglichen analytischen Schärfe entwickelt, wodurch mit aller Gewißheit ausgemacht worden ist, daß die rationelle richtige Anwendung einer Feder zur Aufhängung des Pendels allein die Unveränderlichkeit seiner Schwingungen von dieser Seite verbürge.

Fig. 5 und 6 zeigen den Träger (Pendelkloben) A a a, an welchem das Pendel vermittelst der Feder aufgehängt ist. Er ist von gegossenem Messing, sehr stark und fest, und beinahe $3\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser und in ein Loch eingepaßt, das in die Hinterseite des Uhrgehäuses gebohrt ist. Eine Schraubenmutter c hält den Träger fest, und die Schraube d, Fig. 6, welche durch die Platte A geht und in das Holz eingeschraubt werden kann, verhindert den Träger, sich umdrehen zu können, wenn er in seine rechte Lage gebracht ist. In dem Theile a a ist ein vertikaler Einschnitt, dessen Breite ungefähr 2 Linien und dessen Tiefe einen Zoll hat. In diesen Einschnitt, dessen Seiten ganz gleichlaufend sind, drückt man den Kopf e hinein, in welchen die Aufhängungsfeder gesetzt ist. Die Feder selbst muß von vorzüglichem Stahle gemacht sein, beinahe von der Dicke eines Kartenblattes und der Härte einer gewöhnlichen Uhrfeder, d. h. weißblau. Der Kopf dieser Feder ist aus zwei messingenen Platten gebildet, mit mehreren Stiften an den obersten Theil der Feder befestigt. Durch diesen Kopf geht ein Loch von ungefähr $\frac{2}{3}$ bis 1 Linie Weite, in welches ein Stift e eingesetzt ist, der dazu dient, die Feder in einer in den Träger gemachten Rinne zu tragen, wie man in Fig. 6 sieht. An das unterste Ende der Feder sind ebenfalls zwei messingene Platten genietet, in welche man ein Loch zu einem Stifte bohrt, der sowohl durch die Platten, als durch die Feder geht. Diese Feder hat die Gestalt, welche Fig. 6 f zeigt; sie ist nämlich oben breiter, als unten. In der Mitte der Feder ist der Länge nach eine Ausfeilung oder ein Ausschnitt von ungefähr 2 Linien Breite; hierdurch giebt man der Feder eine größere Breite, ohne daß sie dadurch zu steif wird. Fig. 7 zeigt den Haken a von der Seite gesehen; er ist an der Pendelstange b festgeschraubt und auf solche Weise verfertigt, daß man ihn an den untersten Stift der Aufhängungsfeder hängen kann, wie Fig. 5 zeigt.

Von den Mitteln, den Widerstand der Luft so gering als möglich zu machen.

Der Widerstand, den ein in Bewegung gesetzter Körper von der Luft erleidet, steht im Verhältnisse zu seinem Umfange und zum Quadrate seiner Geschwindigkeit. Ein Körper, welcher sich mit derselben Geschwindigkeit, wie ein anderer, bewegt, dessen Oberfläche nur die Hälfte von jenem ausmacht, wird nur halb so viel Widerstand erleiden, als jener größere Körper.

Die Geschwindigkeit und das Gewicht eines Pendels bestimmen die Größe der Bewegung desselben, und durch diese wird der Widerstand der Luft überwunden. Wenn man annimmt, daß die Geschwindigkeit zweier Pendel gleich ist, so ist es nur das Gewicht, welches die Kraft verändern kann, die das Pendel unter seiner Bewegung hat, und je größer das Gewicht eines Pendels im Vergleiche zu einem andern ist, desto mehr Kraft hat es, um den Widerstand der Luft zu überwinden. Hieraus folgt also, daß man zum Pendel eine Materie von großem specifischem Gewichte gebrauchen und dabei suchen muß, die Fläche des Körpers, welche der Luft Widerstand leistet, so gering als möglich zu machen.

Da die Kugel unter allen Formen, die man einem Körper geben kann, diejenige ist, welche die größte Masse in die kleinste Oberfläche einschließt, so könnte diese zu dem schwingenden Theile des Pendels am tauglichsten scheinen; da aber die Bewegung desselben nur nach einer Richtung hin und her geschieht und der Widerstand der Luft nur auf die zwei Seiten des Pendels wirkt, so sieht man leicht ein, daß die Linsenform sich noch besser, als eine Kugel, zum Pendel eigne, und aus diesem Grunde bedient man sich dieser am häufigsten.

Ferdinand Berthoud hat durch seine Versuche bewiesen, daß ein linsenförmiges Pendel $\frac{1}{10}$ weniger von seiner Bewegung verliert, als ein kugelförmiges.

Wenn man den Reibungswiderstand und den Widerstand der Luft zu dem möglichst geringen Grade gebracht hat, so hat man Vieles für die Vollkommenheit des Pendels gethan. Indessen ist noch ein großes Hinderniß für die Genauigkeit vorhanden, nämlich dasjenige, welches durch die Temperaturveränderung entsteht, wodurch das Pendel verlängert, oder verkürzt wird und so nach den verschiedenen Graden der Wärme ungleich schwingt (nicht gleich viel Zeit zu einer Schwingung gebraucht).

Von der Wirkung der Temperatur auf die Metalle.

Die Temperatur bewirkt, daß sich die Körper ausdehnen und zusammenziehen. Die Wärme bringt Ausdehnung, die Kälte Zusammenziehung hervor.

Die festen Körper im Allgemeinen dehnen sich unter der Einwirkung der Temperatur weniger aus, ziehen sich weniger zusammen, als die flüssigen. Das Quecksilber dehnt sich mehr aus, als die festen Metalle. Die Metalle ziehen sich in einem sehr verschiedenen Grade zusammen und dehnen sich in einem so verschiedenen Grade aus. Mehrere Naturforscher haben sich bemüht, die verschiedenen Ausdehnungen zu bestimmen; aber unter allen Ausdehnungstabellen, welche bisher erschienen sind, kann man annehmen, daß keine so vollkommen sind, als diejenigen, welche auf Laplace's und Lavoisier's Versuche gegründet sind.

Folgende Tabelle kann zur Grundlage der Berechnung über Kompensation *) der Pendel dienen.

*) Unter Kompensation versteht man den Mechanismus, durch welchen man bei Uhren die Wirkung einer veränderten Temperatur auf den Regulator aufhebt, dieser möge nun Pendel oder Unruhe sein.

Tabelle über das Verhältniß der Ausdehnung mehrer Metalle vom Eispunkte des Wassers bis zum Siedepunkte, wenn man annimmt, daß die Länge der Stange, welche zum Versuche gebraucht wird, 1,000000 am Eispunkte sei.

Metalle am Siedepunkte des Wassers.	Ausdehnung in Decimalbrüchen.	Ausdehnung in gewöhnlichen Brüchen.
Platin	0,000857	$\frac{1}{1167}$
Nicht gehärteter Stahl . .	0,001079	$\frac{1}{927}$
Weiches Schmiedeeisen . .	0,001220	$\frac{1}{819}$
Gezogenes Rundeisen . .	0,001235	$\frac{1}{810}$
Gold, Pariser Probe . . .	0,001552	$\frac{1}{644}$
Messing	0,001878	$\frac{1}{533}$
Feines Silber	0,001910	$\frac{1}{524}$
Blei	0,002848	$\frac{1}{351}$
Zink	0,002942	$\frac{1}{340}$
Quecksilber	0,018100	$\frac{1}{55}$

Längenausdehnung folgender Metalle, vom Eispunkte bis zum Siedepunkte des Wassers, für Stangen, die eine Toise oder einen französischen Faden lang sind.

Eisen . . . 1,054 Linien,
Messing . . 1,623 „
Zink . . . 2,542 „
Quecksilber . 15,638 „

welches an Ausdehnung beträgt für einen Zoll von:

Eisen . . . 0,0146 Linien,
Messing . . 0,0225 „
Zink . . . 0,0353 „
Quecksilber . 0,2172 „

Das Glas erleidet beinahe dieselbe Ausdehnung, wie das Platin, es dehnt sich etwas mehr oder weniger

aus, je nach den verschiedenen Theilen, aus welchen es zusammengesetzt ist. Auch ist noch zu bemerken, daß dieselben Metalle nicht immer denselben Grad von Ausdehnung haben. Das Messing z. B. dehnt sich mehr oder weniger aus, je nachdem das Kupfer einen größern oder geringern Zusatz von Zink erhalten hat. Das Eisen wird nach dem verschiedenen Grade der Reinheit sich mehr oder weniger ausdehnen. Dasselbe gilt von allen Metallen, und man sieht folglich ein, daß es, um eine vollkommene Kompensation zu erreichen, nicht hinlänglich sei, ohne Weiteres den Regeln zu folgen, die auf die Ausdehnungstabellen gegründet sind, sondern daß es nothwendig sei, die Kompensation durch Versuche zu prüfen.

Die Ausdehnung und Zusammenziehung der Metalle geschieht im Verhältniß zu ihrer Länge. Eine Metallstange, deren Länge 3 Fuß, deren Breite und Dicke aber nur eine Linie beträgt, dehnt sich bei demselben Wärmegrade weder mehr noch weniger in der Länge aus, als eine andere Stange von derselben Länge, aber zwei- bis dreimal so dick; jedoch wird die dickere Stange der Einwirkung der Temperatur länger widerstehen.

Wenn man den Ausdehnungsgrad einer Stange von einer gegebenen Länge kennt, so ist es leicht, die Ausdehnung einer Stange von derselben Substanz, aber von einer andern Länge, zu finden. Hat man z. B. eine Stange von 40 Zoll, deren Ausdehnung 0,55 Linien ist, und eine andere Stange von 50 Zoll, so wird man die Ausdehnung dieser letztern durch folgende Proportion finden:

$$40 : 50 = 0{,}55 : x;$$

$$x = \frac{50 \cdot 0{,}55}{40} = \frac{5 \cdot 0{,}55}{4} = 0{,}6875 \text{ Linien.}$$

Vom Einflusse der Wärme und Kälte auf das Pendel und von der Kompensation.

Aus dem Vorausgeschickten ergiebt sich, daß die Temperatur auf die Metalle im Allgemeinen Einfluß hat, woraus folgt, daß sich das Pendel in der Wärme verlängert und in der Kälte verkürzt. Die Temperatur wechselt stets ab, und diese beständige Abwechselung verändert beständig die Länge des Pendels. Die Dauer der Schwingungen hängt von der Länge des Pendels ab, und da diese sich beständig verändert, so verändert sich ebenfalls die Schwingungszeit. Im Sommer verlängert sich das Pendel und macht langsamere Schwingungen; im Winter dagegen wird es kürzer und die Schwingungen werden schneller. Die Erfahrung hat uns, übereinstimmend mit dem, was wir theoretisch schließen können, von dieser Wahrheit überzeugt.

Diese Veränderung in der Länge des Pendels ist indessen nicht so groß, daß sie in hohem Grade der genauen Zeitmessung schaden könnte, und die Pendel, welche in Uhren angewandt werden, die zum Gebrauche im täglichen Leben bestimmt sind, haben keine Kompensation nöthig, um so weniger, da sich solche Uhren gewöhnlich in keiner besonders verschiedenen Temperatur befinden. So verhält es sich aber nicht mit den astronomischen Uhren; diese müssen streng genau sein, und aus diesem Grunde ist es durchaus nothwendig, eine vollkommene Kompensation in Anwendung zu bringen. Man hat gefunden, daß in unserem Klima eine Pendeluhr, welche in der Kälte des Winters regulirt ist, im Sommer täglich gegen 20 Sekunden zu langsam geht, und daß umgekehrt eine Uhr, welche in der Sommerwärme regulirt ist, im Winter eben so viel zu schnell gehen wird. Die Kompensation wird auf diese Weise unumgänglich nothwendig.

Man erreicht diese Kompensation durch die Zusammensetzung der Pendelstange aus zwei Metallen von

sehr verschiedener Ausdehnungskraft, die man so verbindet, daß die Wirkung der Temperatur auf das eine die Wirkung derselben auf das andere aufhebt, so daß der schwingende Körper, die Pendellinse, oder, um sich genauer auszudrücken, der Schwingungsmittelpunkt des Pendels dabei immer in gleicher Entfernung vom Aufhängungspunkte bleibt. Es ist nicht vonnöthen, sich bei der Beschreibung der weniger vollkommenen Kompensationsmittel, die man anzuwenden pflegt, aufzuhalten. Wir theilen vielmehr die Beschreibung eines Kompensationspendels mit, welches der berühmte Urban Jürgensen in den letzten seiner astronomischen Pendeluhren gebraucht hat.

Fig. 8 zeigt das Kompensationspendel; a, a sind zwei Stangen von Eisen, an ihren Enden an zwei Stücke Messing bb und cc durch hinreichend starke Stifte, welche durch dieselben gehen, befestigt; d, d sind zwei Zinkstangen, welche an die Messingstücke bb und ee fest gemacht sind. Die zwei Stangen a, a gehen durch das Stück e e, und die Löcher in diesem Stücke, welche zum Durchgange dienen, sind gehörig groß, so daß sich die Stangen frei bewegen können. Die Mittelstange, an deren oberstem Ende der Aufhängungshaken angebracht ist, besteht aus Eisen und geht frei durch das oberste Messingstück bb, aber ohne Wackeln. Das unterste Ende dieser Stange geht in ein Messingrohr hinein, das man besser in Fig. 9 sieht. Dieses Rohr ist mit dem untersten Ende durch eine Schraube an das Messingstück ee, Fig. 8, befestigt. Die Mittelstange geht beinahe ganz bis zum Stücke e e in dieses Rohr hinein, ungefähr bis auf einen halben Zoll, und ist an einem Stifte m, Fig. 9, befestigt, der ganz durch das Rohr geht. Der Stift hat einen platten Kopf und geht zugleich durch das Rohr und die eiserne Stange, und zwar durch Löcher, die für diesen Zweck durch das Rohr und die Stange gebohrt sind.

Die Linse L, welche man vermittelst der Schraubenmutter n auf- und abschieben kann, hängt in cc an

einem starken Stifte, der sowohl durch c c, als durch die Linsenstange geht. Man könnte die Linsenstange auch durch eine Schraubenmutter befestigen, wodurch dasselbe erreicht werden würde. p, Fig. 8, noch anschaulicher in Fig. 10, ist ein kleines Gewicht, welches man nach Belieben längs der Mittelstange auf- und abschieben kann *).

Es ist nun leicht einzusehen, wie diese Einrichtung auf das Pendel wirkt. Wenn die Wärme auf das Pendel wirkt, wird das Stück e e hinabgehen oder sich vom Aufhängungspunkte entfernen, denn die Mittelstange, wie auch das Messingrohr, werden durch die Wärme verlängert. Die an die Stücke e e und b b befestigten Zinkstangen verlängern sich ebenfalls durch die Wärme und bringen durch ihre überaus große Ausdehnung das Stück b b weit höher hinauf, als e e hinabgegangen ist; aber die Verlängerung der zwei Stangen a, a und der Stange, welche durch die Linse geht, drückt das Stück c c und die Linse L hinab; der obere Theil dieser letzteren geht durch die Wärme in die Höhe, denn der unterste Rand, der sich auf die Schraubenmutter n stützt, kann nicht hinabgehen, und auf diese Weise geschieht diese Ausdehnung der Linse von unten nach aufwärts. Bei der Kälte treten die entgegengesetzten Wirkungen ein.

Indem man nun annimmt, daß die Summe der Ausdehnung der beiden Zinkstangen und der Linse gleich der Ausdehnung der Mittelstange und der beiden Stangen a, a sei, so ist es klar, daß der Schwingungsmittelpunkt des Pendels unter der Einwirkung der Wärme dieselbe Entfernung von seinem Aufhängungspunkte behalten hat, und daß die Kompensation genau ist, wie sie es auch, entgegengesetzten Wirkungen zufolge, in der Kälte sein wird.

---

*) Dieses Gewicht hat mit der Kompensation nichts zu thun, dient aber dazu, die Uhr nach Sternenzeit oder Mittelzeit näher reguliren zu können, als es mit der Schraubenmutter geschehen kann.

Die Maße, welche wir nun gleich angeben werden, sind diejenigen, welche zu einer ganz genauen Kompensation passen, vorausgesetzt, daß die mittelste Eisenstange, ihrer ganzen Länge nach, vom Aufhängungspunkte an bis e e wirkt, also ohne Rücksicht auf das Messingrohr.

Die ganze Länge der mittelsten Aufhängungsfeder mit gerechnet .	35	Zoll	—	Linien.
Die Länge jeder Eisenstange a a von dem einen Stifte bis zum andern	23	„	—	„
Die Länge der Stange, welche durch die Linse geht, von c c bis an die Schraubenmutter, welche die Linse trägt	7	„	6	„
Die Länge der Zinkstangen von dem einen Stifte bis zum andern .	22	„	3	„
Die Entfernung von dem Unterstützungspunkte der Linse an der Schraubenmutter bis an den Schwingungsmittelpunkt sehr nahe an . .	5	„	3	„

Folgende Berechnung zeigt, daß die oben angegebenen Maße richtig sind. Wenn man die Länge der Mittelstange zu der Länge der Stangen a a und der Stange, welche durch die Linse geht, addirt, so hat man $35 + 23 + 7\frac{1}{2} = 65\frac{1}{2}$ Zoll. Fügt man nun die 5 Zoll 3 Linien der Linse, von der Schraubenmutter bis an den Schwingungsmittelpunkt des Pendels, zu der Länge der Zinkstangen, so hat man $22\frac{1}{4} + 5\frac{1}{4} = 27\frac{1}{2}$ Zoll, deren Ausdehnung die Ausdehnung von $65\frac{1}{2}$ Zoll Eisen kompensiren soll.

Wir wissen, daß die Ausdehnung des Eisens ist
0,001220 oder $\frac{1}{819}$
des Zinks 0,002942 oder $\frac{1}{340}$
des Bleies 0,002848 oder $\frac{1}{351}$.

Da aber die Stangen von Zink sind und das Innere der Linse aus Blei besteht, muß man die Mittelausdehnung dieser Metalle suchen, berechnet nach dem

Verhältnisse des Zinks, welches hier 22 Zoll 3 Linien ist, und des Theils der Linse, welcher in die Kompensationsrechnung kommt, der 5 Zoll 3 Linien beträgt, wo man die Mittelgröße der beiden Ausdehnungen = $\frac{1}{342}$ finden wird, welcher Bruch bei der Kompensationsrechnung zum Grunde gelegt wird. Unter dieser Voraussetzung wird man, um zu finden, ob das Verhältniß der Maße richtig sei, so schließen: die Ausdehnung des Eisens beträgt $\frac{1}{819}$, die des Zinkes und Bleies $\frac{1}{342}$, also verhält sich die Ausdehnung des Zinkes und Bleies zu der des Eisens, wie 819 zu 342, welches uns folgende Proportion giebt:

$$819 : 342 = 65\tfrac{1}{2} : x$$

$$x = \frac{342 \times 65\frac{1}{2}}{819} = 27\tfrac{32}{91} \text{ Zoll.}$$

Man sieht also, daß der Unterschied der weiter oben angegebenen Maße (wo die Summe der Länge des Zinks und die $5\frac{1}{4}$ Zoll der Länge der Linse im Ganzen $27\frac{1}{2}$ Zoll ausmachen) und derjenigen, die wir durch Berechnung erhalten haben, nur $\frac{1}{7}$ Zoll beträgt, welche Größe als Null betrachtet werden kann bei einem Pendel, das erst die absolute Genauigkeit durch Untersuchung im Pyrometer erhalten soll und nach dem, was dieses angiebt, berichtigt wird. Uebrigens ist der Einfluß, den $\frac{1}{7}$ Zoll von der Länge des Zinkes zu viel haben kann, sehr gering und wird unter einer Temperaturveränderung von 40° R. eine Verkürzung von 0,0025 oder $\frac{1}{400}$ Linie verursachen, zufolge der Ausdehnung, welche weiter oben in der Tabelle angegeben ist. Wir wissen aber aus Berechnung und Erfahrung, daß eine Veränderung von $\frac{1}{100}$ Linie in der Länge des Pendels eine Veränderung von einer Sekunde in 24 Stunden in dem Gange der Uhr hervorbringen würde; also wird die Veränderung von $\frac{1}{400}$ Linie in der Länge des Pendels, selbst unter einer so bedeutenden Temperaturveränderung, wie die von 40° nur $\frac{1}{4}$ Sekunde in 24 Stunden ausmachen. Wir wollen jetzt von dem Gebrauche

des Messingrohres Rechenschaft ablegen, welches Jürgensen bei seinem eben beschriebenen Kompensationspendel gebraucht hat, und von dem Vortheile, den dieses Rohr gewährt, um zu einer streng richtigen Kompensation zu gelangen.

Dieses Rohr ist gar nicht in die soeben gemachte Rechnung gekommen, und die Mittelstange ist in ihrer ganzen Länge bis zum Stücke ee gerechnet. Es ist offenbar, daß die Kompensation zu gering gewesen sein würde, wenn das Rohr, oder blos ein Theil davon, an der Ausdehnung Antheil gehabt hätte; denn da das Messing eine größere Ausdehnungskraft besitzt, als das Eisen, so würden die Zinkstangen in diesem Falle nicht die gehörige Länge gehabt haben, um hinreichend zu kompensiren. Um sich also eines Messingrohres bedienen zu können, muß man nothwendiger Weise den Zinkstangen eine größere Länge geben, als die von 22 Zoll 3 Linien, welche weiter oben für ein Pendel ohne Rohr angesetzt sind.

Die Maße für ein Kompensationspendel mit Messingrohr sind folgende:

Die Linse hat einen Durchmesser von 7 Zoll, von welchen man sehr genau rechnen kann, daß die Länge, welche von der Schraubenmutter bis an den Schwingungsmittelpunkt an der Kompensation Antheil nimmt, ausmache . . . . 5 Zoll 3 Linien.

Die Zinkstangen, jede . . .	24 „	— „
Die Eisenstangen a, a, jede .	24 „	9 „
Die Mittelstange, die Aufhängungsfeder mitgerechnet	35 „	— „
Das Messingrohr	12 „	— „
Die Stange, welche durch die Linse geht	7 „	6 „

Da aber die eiserne Mittelstange an die Mitte des Messingrohres befestigt ist, d. h. 6 Zoll von der Schraubenmutter, so sind die Längen, welche zur Grundlage der Berechnung dienen sollen, wodurch das angegebene Maß geprüft wird, 29 Zoll Eisen und 6 Zoll Messing,

im Ganzen 35 Zoll für die ganze Mittelstange, die Aufhängungsfeder mit gerechnet.

Um durch Berechnung die Genauigkeit dieser Maße zu prüfen, sagt man: Die ganze Länge der Stangen, die den Schwingungsmittelpunkt hinabziehen (nämlich: die Mittelstange vom Aufhängungspunkte bis an den Stift, der durch das Messingrohr geht, die Eisenstangen a, a und die Stange, welche durch die Linse geht), ist 29 Zoll + 24 Zoll 9 Linien + 7 Zoll 6 Linien = 61 Zoll 3 Linien Eisen, und der Theil des Messingrohres, welcher gebraucht wird, ist 6 Zoll. Die Zinkstangen, welche den Schwingungsmittelpunkt des Pendels in die Höhe bringen, sind 24 Zoll; der Theil der Linse, welcher dieselbe Wirkung hervorbringt, ist 5 Zoll 3 Linien Blei, welches zusammen 29 Zoll 3 Linien Blei und Zink ausmacht.

Wenn nun die Ausdehnung von 61 Zoll 3 Linien Eisen und 6 Zoll Messing der Ausdehnung von 24 Zoll Zink und 5 Zoll 3 Linien Blei gleich ist, so ist die Kompensation gut und die angegebenen Maße sind passend.

Um sich hiervon zu überzeugen, muß man sagen:

Die Ausdehnung der $61\frac{1}{4}$ Zoll Eisen läßt sich ausdrücken durch $\frac{61,25}{819}$.

Die Ausdehnung der 6 Zoll Messing durch $\frac{6}{533}$.

Die ganze Ausdehnung ist daher $\frac{61,25}{819} + \frac{6}{533}$ für $67\frac{1}{4}$ Zoll; nachdem nun diese Brüche addirt sind, dividirt man sie mit $67\frac{1}{4}$ und erhält nach Ausführung der Rechnung einen Bruch, welcher 1 zum Zähler und 781,6 zum Nenner hat.

Endlich macht man eine ähnliche Berechnung für die Ausdehnung des Zinks und Bleies, indem man sagt:

Die Ausdehnung der 24 Zoll Zink läßt sich ausdrücken durch $\frac{24}{340}$.

Die Ausdehnung der $5\frac{1}{4}$ Zoll Blei durch $\frac{5,25}{351}$.

Die ganze Ausdehnung dieser $29\frac{1}{4}$ Zoll Zink und Blei ist also $\frac{24}{340} + \frac{5,25}{351}$.

Diese zwei Brüche zusammengelegt und ihre Summe mit 29,25 dividirt, geben einen Bruch, der nach Verkleinerung, wenn der Zähler 1 ist, 341,9 zum Nenner hat.

Wenn man diese zwei Zahlen 781,6 und 341,9 gefunden hat, wird man folgende Proportion haben:

$$781,6 : 341,9 = 67,25 : x$$
$$x = \frac{341,9 \times 67,25}{781,6} = 29,42.$$

Diese 29,42 drücken die Länge aus, welche das Zink und das Blei nach der Berechnung haben müßten, um eine vollständige Kompensation hervorzubringen. Der Unterschied des Maßes für Blei und Zink, das weiter oben angegeben ist, nämlich 29,25 Zoll und desjenigen, das durch Berechnung gefunden oder 29,42, beträgt also:

$$29,42 - 29,25 = 0,17 \text{ Zoll}.$$

Also sind die Zinkstangen $\frac{17}{100}$ Zoll zu kurz. Aus der Tabelle über die Längenausdehnung wissen wir, daß sich 1 Zoll Zink bei 80° R. 0,0353 Linien, oder bei 40° 0,01765 ausdehnt; für 0,17 Zoll wird die Ausdehnung also 0,0030 Linien sein. Durch diese Verlängerung aber wird die Uhr 0,3 verlieren oder zu langsam gehen (nicht einmal $\frac{1}{3}$ Sekunde in 24 Stunden bei einer Temperatur von 40°).

Dieses Verlieren oder zu Langsamgehen von kaum $\frac{1}{3}$ Sekunde in 24 Stunden bei einer Temperaturveränderung von 40° R. kann man beinahe als Null betrachten. Doch kann man diesem durch das Messing-

rohr abhelfen. Wir wissen, daß die eiserne Mittelstange des Pendels an der Mitte des Rohres durch den Stift befestigt ist, der durch das Rohr und die Stange geht, und daß die Ausdehnung der Mittelstange also von ihren 29 Zoll Eisen und 6 Zoll Messing herrührt. Nehmen wir nun an, daß die Stange an dem Rohre an dem dritten Theile seiner Länge oder in 4 Zoll Entfernung vom Stücke e e befestigt sei, so würde die Ausdehnung nach 31 Zoll Eisen und 4 Zoll Messing bestimmt werden, d. h. es würde eine Ausdehnung für 2 Zoll Eisen mehr, aber zugleich für 2 Zoll Messing weniger sein.

Wir sehen aus der Tabelle der Längenausdehnungen, daß sich 1 Zoll Eisen bei einer Temperaturveränderung von 80° R. ausdehnt um 0,0146 Linien, 1 Zoll Messing um 0,0225 Linien.

Der Unterschied in der Ausdehnung ist also für jeden Zoll, bei einer Temperaturveränderung von 80° R. 0,0079 Linien; für 2 Zoll 0,0158 Linien, welches, wenn die Temperaturveränderung 40° R. wäre, für 2 Zoll ausmachen würde: 0,0079 Linien.

Wäre der Stift in der Mitte befestigt oder 6 Zoll von e e, so würde das Pendel durch die Wärme verlängert um 0,0030 Linien.

Wenn derselbe Stift nun an dem dritten Theile des Rohres oder 4 Zoll von e e, also 2 Zoll von der Mitte des Rohres befestigt ist, so wird das Pendel durch die Wärme um 0,0079 — 0,0030 = 0,0049 Linien verkürzt.

Es giebt also zwischen der Mitte und einem Drittel des Rohres einen Punkt, wo die Kompensation ganz genau ist. Um diesen Punkt zu finden, wo man den Stift von der Mitte des Rohres aus anbringen muß, so daß die Kompensation der Rechnung zufolge vollständig wird, sagt man:

Die Ausdehnung eines Zolles Messing beläuft sich bei einer Temperaturveränderung von 80° R. auf 0,0225 Linien,

eines Zolles Eisen 0,0146 Linien.

Der Unterschied der Ausdehnung eines Zoll Messings und eines Zoll Eisens ist also 0,0079 Linien;

aber bei einer Temperaturveränderung von nur 40° R. wird der Unterschied in der Ausdehnung nur die Hälfte ausmachen oder 0,00395 Linien.

Wir wissen aber, daß das Pendel 0,0030 Linien zu wenig kompensirte; um nun zu finden, wie weit man den Stift hinunterführen oder ihn ee nähern muß, um eine vollständige Kompensation hervorzubringen, macht man folgende Rechnung: Wenn man den Stift einen Zoll hinunterführt, so dehnt sich die Mittelstange 0,00395 Linien weniger aus, wie weit muß man ihn von der Mitte hinunterführen, um bei der mittelsten Eisenstange eine Ausdehnung von 0,0030 Linien weniger zu erhalten? Dieß geschieht so:

$$0{,}00395 \text{ Linien} : 1 \cdot \text{Zoll} = 0{,}0030 \text{ Linien} : x$$

$$x = \frac{1 \text{ Zoll} \times 0{,}0030}{0{,}00395} = 0{,}7593$$

oder im gewöhnlichen Bruche $\frac{19}{25}$ Zoll.

Um also eine vollständige Kompensation zu erlangen, muß man den Stift $\frac{19}{25}$ Zoll unter das Mittelloch des Rohres setzen, und die Entfernung zwischen ee und diesem Stifte wird also $5\frac{6}{25}$ Zoll.

Man hat auf diese Weise, der Berechnung zufolge, eine vollständige Kompensation, ist aber doch noch nicht sicher, daß die Uhr bei der Anwendung eines solchen Pendels bei der größten Wärme und Kälte einen vollkommen gleichmäßigen Gang haben werde, da man, wie weiter oben bemerkt worden ist, durchaus nicht sicher sein kann, daß sich die gebrauchten Metalle ganz genau in den Verhältnissen ausdehnen, die zur Grundlage der Berechnung gedient haben, und wie sie die Tabelle über die Ausdehnung angiebt.

Es ist daher nothwendig, das Pendel durch pyrometrische Versuche zu prüfen, und wenn man fände, daß dasselbe nicht ganz so genau wäre, wie die Berechnung

zu sein scheint, so wäre es leicht, diesem durch das Messingrohr abzuhelfen, und für diesen Zweck ist es passend, durch dieses und die Eisenstange mehr Löcher über und unter der Stelle zu bohren, wo der Stift, der Berechnung gemäß, befestigt ist. Kompensirte das Pendel zu wenig im Pyrometer, so brauchte man nur den Stift hinunterzuführen; kompensirte es hingegen zu viel, so könnte man ihn in die Höhe führen.

Jemehr Löcher zum Wechseln durch das Rohr und die Messingstange nahe aneinander gebohrt sind, desto mehr kann man sich einer vollständigen Kompensation nähern. Bohrt man fünf Löcher für jeden Zoll, so wird die Entfernung zwischen zwei aufeinander folgenden $\frac{1}{5}$ Zoll sein, und die Vermehrung oder Verminderung der Kompensation, welche man durch die Versetzung des Stiftes, der durch die Stange und das Rohr geht, in das folgende Loch hervorbringen könnte, würde $\frac{1}{5}$ von 0,00395, beinahe 0,008 Linien sein, welches eine Verbesserung in dem täglichen Gange = 0,08 oder $\frac{2}{25}$ Sekunden bei einer Temperaturveränderung von 40° hervorbringen würde.

Es versteht sich von selbst, daß man einem Kompensationspendel eine in jeder Hinsicht solide Konstruktion gebe. Man muß besonders die Aufmerksamkeit auf die Zusammendrückung richten, welche durch die Zinkstangen stattfinden könnte; diese tragen das Gewicht der ganzen Linse, welches wenigstens 12 Pfund beträgt; und hätten diese Stangen nicht die gehörige Dicke, so könnten sie entweder zusammengedrückt oder gekrümmt werden, da das Zink nicht die Härte und Festigkeit des Eisens hat. Die Erfahrung hat gelehrt, daß es besser sei, die Zinkstangen beinahe doppelt so dick zu machen, als die Eisenstangen. Nimmt man an, daß die Eisenstangen eine Dicke von drei Linien haben, so muß man den Zinkstangen eine Dicke von 5 bis $5\frac{1}{2}$ Linien geben, und dann braucht man weder Zusammendrückung noch Krümmung zu fürchten. Man muß ferner bemerken, daß es nothwendig sei, daß die Stifte, welche die Zink=

stangen an die zwei Stücke e e und c c befestigen, hinreichend dick, beinahe $1\frac{1}{2}$ Linie seien und daß sie die Zinkstangen der ganzen Länge der Löcher nach (nicht in einzelnen Punkten, sondern überall) tragen; denn ohne diese Vorsicht müßte man befürchten, daß sie sich, vermittelst des Gewichts der Linse, in das Zink hineinarbeiteten oder dessen Masse zusammendrückten, welches eine Verlängerung verursachen würde, die hinreichend wäre, wesentliche Abweichungen in dem Gange der Uhr zu bewirken. Die Erfahrung hat gelehrt, wie nothwendig es sei, große Stifte zu gebrauchen und sie so zu verfertigen, daß sie an allen Punkten tragen oder in der ganzen Länge der Zinklöcher anliegen.

Die Art, die Zinkstangen durch Stifte zu befestigen, welche durch die Stangen und die Stücke gehen, wodurch sie gehalten werden, ist die allemein gebräuchliche; doch ist es einleuchtend, daß es noch besser sein würde, in die Stücke e e und b b versenkte, auf dem Boden flache Löcher zu machen und die Zinkstangen darin gehen zu lassen, so daß sich ihre flachen Enden in allen Punkten an den flachen Boden der Versenkungen anschlössen. Bei der Befolgung dieser Methode würden am Ende der Zinkstangen gehörig große Flächen sein, so daß sie nicht durch das Gewicht des Pendels zusammengedrückt werden könnten. Demungeachtet würde es nothwendig sein, Stifte zu haben, welche durch die Stücke b b und e e, wie auch die Zinkstangen gingen, aber nur, um die verschiedenen Theile des Pendels zusammenzuhalten oder ihr Auseinanderfallen zu verhindern. Diese Stifte müßten kleiner, als die Löcher in den Zinkstangen sein, denn durch ein solches Mittel würde man versichert, daß die Enden der Stangen frei bis auf den Boden der Versenkungen hinabgingen, wenn das Pendel aufgehängt wäre.

Es ist beinahe überflüssig zu bemerken, daß die Stange, welche durch die Linse geht, an das Stück c c unbeweglich befestigt sein muß. Der Haken, welcher zur Vereinigung des Pendels mit der Aufhängungsfeder

dient, muß ebenfalls in das oberste Ende der mittelsten Eisenstange fest hineingeschraubt werden, und der Stift, welcher durch den untersten Theil der Aufhängungsfeder geht und den Haken nebst dem Pendel trägt, muß gehörig stark und fest sein, um sich nicht durch das Gewicht des Pendels biegen zu lassen. Die Linse muß sich frei längs der Stange bewegen, welche durch dieselbe geht, aber ohne das geringste Wackeln oder Schlottern.

Das Pendel aus Zink und Eisen der großen Westminsteruhr.

Das alte Rostpendel, welches aus neun abwechselnden Stäben von Messing und Stahl gefertigt wurde, ist durch dasjenige aus Zink und Eisen ganz nach demselben Princip, nur wenige Stäbe erfordernd, weil das Zink sich stärker ausdehnt, als das Messing, verdrängt worden. Da der Schwingungsmittelpunkt bei allen Uhrpendeln ziemlich mit dem Mittelpunkte der Linse zusammenfällt, so kann man in praktischer Hinsicht sagen, daß der Zweck der Kompensation darauf hinausläuft, die Linse immer in derselben Höhe zu erhalten. Fig. 11 ist ein Durchschnitt des Pendels der großen Westminsteruhr. Der eiserne Stab, der sich von oben bis nach unten erstreckt, endigt in einer Schraube mit einer Nuß oder Schraubenmutter N, um die Länge des Pendels zu adjustiren, nachdem man dieselbe durch Berechnung so genau, wie möglich, ausgemittelt hat. Auf dieser Schraubenmutter sitzt ein Halsband M, welches sich auf dem Stabe ein wenig verschieben läßt, aber wegen eines Stiftes, welcher durch die Stange läuft, verhindert ist, sich zu drehen. In einer Vertiefung oder einem ringförmigen Kanale oben in diesem Halsbande sitzt eine Zinkröhre von 10 Fuß 6 Zoll Länge und ziemlich ½ Zoll Dicke, aus drei Röhren zusammengesetzt, die sämmtlich miteinander gezogen worden sind, so daß sie eine einzige Röhre bilden; denn es muß bemerkt werden,

daß man sich auf gegossenes Zink nicht verlassen kann, weshalb dasselbe gezogen werden muß. Oben an dieser Röhre oder hohlen Säule sitzt ein anderes Halsband mit einer ringförmigen Auskehlung, wie unten bei M. Der Zweck dieser Auskehlungen besteht darin, die Zinksäule an ihrer Stelle zu erhalten, ohne daß sie die innere Stange berührt, indem Berührung Reibung erzeugen könnte, welches ihre relative Bewegung in Folge der Ausdehnung und der Zusammenziehung stören möchte. Um das Halsband C ist eine weite eiserne Röhre geschraubt, die ebenfalls das Zink nicht berührt, und ihr unteres Ende sitzt locker auf dem Halsbande M; und um ihre Außenseite hat sie noch ein anderes eigenes Halsband D, auf welchem die Pendellinse sitzt. Die eiserne Röhre hat an jeder Seite eine Menge großer Oeffnungen, damit die Luft an die Zinkröhre gelangen kann. Ehe diese Einrichtung getroffen war, fand man, daß die Kompensation erst einen oder zwei Tage nach den Temperaturveränderungen sich einstellte, indem die eiserne Stange und Röhre exponirt, die Zinkröhre dagegen eingeschlossen war, ohne das Eisen zu berühren.

Der untere Theil der Linse ist 14 Fuß 11 Zoll von dem oberen Theile der Feder A entfernt, und die Linse selbst mit ihrem domförmigen Aufsatze ist 18 Zoll hoch und 12 Zoll im Durchmesser. Da das Pendel ein sogenanntes Zwei-Sekundenpendel ist, so liegt sein Schwingungsmittelpunkt 13 Fuß vom obern Ende A, also sehr nahe dem Mittelpunkte der Schwere des Pendels und höher als gewöhnlich über dem Mittelpunkte der Schwere der Linse, wegen des großen Gewichtes der Kompensationsröhren. Das ganze Pendel wiegt 682 Pfd., was halb so viel ist, als das Pendel von Vulliamy's Post-office-Uhr, welches Pendel vorher wahrscheinlich das schwerste in der Welt war, aber es ist nur ein hölzernes mit einer eisernen Linse.

Dieselben Verhältnisse gelten auch für kleinere Zink-Kompensationspendel, indem die Zinkröhre und die eiserne Röhre immer beinahe $\frac{2}{3}$ von der Länge der Haupt-

stange ausmachen. Die kompensirende Wirkung ist offenbar folgende: Die eiserne Stange und Röhre lassen beide die Linse, wenn sie sich ausdehnen, hinabtreten und die Zinksäule schiebt sie empor. Da nun das Verhältniß der Ausdehnung des Eisens zum Zink sich wie 0,41 verhält, so wird man finden, daß durch die obigen Verhältnisse der Schwingungsmittelpunkt in derselben Höhe bleibt, und die Erfahrung hat die Berechnung bestätigt, indem das Pendel jetzt (1854) bereits zwei Jahre in Hrn. Dent's Fabrik im Gange ist.

Eine andere ebenfalls gebräuchliche Art von Kompensationspendeln ist noch einfacher, aber nicht so genau oder sicher in ihrer Wirkung. Es besteht blos aus einer hölzernen Stange mit einem langen bleiernen Gewichte, welches am Ende der Stange auf einer Schraubenmutter sitzt. Aus der obigen Tabelle würde sich ergeben, daß dieses Gewicht bei einem Ein-Sekundenpendel 14 Zoll hoch sein müßte; aber die Ausdehnung des Holzes ist so unsicher, daß man sich auf dieses Verhältniß nicht hat verlassen können, und ein etwas kürzeres Gewicht soll in der Regel eine richtigere Kompensation gewähren. Wir sind der Meinung, daß alle diejenigen, welche hölzerne Pendelstangen genau geprüft haben, endlich zu derselben Folgerung, wie schon vor längerer Zeit Herr Reid, kommen werden, daß sie in ihrer Wirkung sehr abweichend sind und sich folglich für die höchste Klasse von Uhren nicht eignen.

Beschreibung des Kompensationspendels des Herrn Duchemin *).

Der Rahmen, wovon man in der Zeichnung nur den untern Theil dargestellt sieht, ist, wie gewöhnlich, auf messingenen Querstücken angebracht.

*) Bulletin de la Société d'encouragement.

Bekanntlich giebt eine Pendelstange mit gewöhnlichem, aus Zink und Stahl bestehendem Roste die absolute Kompensation, wenn die Länge der Zinkstäbe in gehörigem Verhältnisse zu jener der Stahlstäbe steht, und wenn die Masse der beiden Mittelstäbe homogen ist. So wie aber bei dem Gange des Pendels eine gewisse, natürliche Kompensation stattfindet, so wird die künstliche Kompensation, ungeachtet aller oben bezeichneten Erfordernisse, dennoch fehlerhaft sein. Man muß daher die Länge der Zinkstäbe nach Belieben verändern können, damit man die absolute Kompensation durch Beobachtungen des Ganges des Pendels an Ort und Stelle leicht finden könne.

Der neue hierzu bestimmte Apparat, den man in Fig. 12 im Aufrisse sieht, besteht aus zwei messingenen Querstücken A, A,′, in denen sich fünf Löcher befinden, die eben so weit voneinander entfernt sind, wie jene der gewöhnlichen Querstücke B, B′; aus vier Druckschrauben C, C und D, D, durch welche der Apparat an einem Punkte der Pendelstange befestigt wird. Das untere Querstück A′ wird durch die Druckschrauben C, C an den beiden stählernen Stäben E, E festgehalten. Das obere Querstück A ruht mittels der senkrechten Stellschrauben F, F auf dem ersteren Querstücke und ist an den beiden Zinkstäben G, G und an den beiden stählernen Stäben E, E befestigt. Wenn sich nun Alles in solchem Zustande befindet, so werden die untern Enden der beiden Zinkstäbe G, G den Boden der Löcher, die sich an den Punkten 1 und 2 des untern Querstücks B′ befinden, nicht berühren. Diese untern Enden des Zinks können sich also frei verlängern oder verkürzen und sind für die Kompensation null und nichtig, und zwar deswegen, weil die Zinkstäbe durch den Druck der Schrauben D, D an dem obern Querstücke A fixirt werden, welches selbst wieder auf dem untern Querstück A′ zurückgehalten wird, das durch die Druckschrauben C, C an den stählernen Stäben E, E fixirt ist. Wenn nun der Apparat seine Stellung verändern und an einem andern Punkte das

Rostes festgestellt werden soll, so muß man zuerst, um dem Pendel dieselbe Länge zu sichern, die beiden Schrauben H, H mit den untern Enden der Zinkstäbe in Berührung bringen und dann die vier Schrauben C, C und D D nachlassen, damit der Apparat auf dem Rahmen hin- und hergleiten könne. Ist dieß geschehen, so zieht man die vier Druckschrauben C, C und D, D wieder an, um den Apparat zu fixiren, worauf man dann die Berührung, in welcher 1 und 2 mit den Schrauben H, H stand, wieder aufhebt, damit die Enden der Zinkstäbe neuerdings frei werden.

Die senkrechten Stellschrauben F, F dienen zum Emporheben oder Herabsenken des obern Querstücks A, damit sich die Zinkstäbe G, G verlängern oder verkürzen lassen, wenn nur ein geringer Raum nöthig ist, um zur absoluten Kompensation zu gelangen. Vor dem Nachlassen des obern Querstücks A muß man jedoch die untern Enden der Zinkstäbe jedes Mal mit den obern Enden der senkrechten Schrauben H, H in Berührung bringen, damit dem Pendel immer die gleiche Länge gesichert bleibe.

Das Kompensationspendel des Herrn Jacob, Uhrmachers zu Paris, boulevard Montmartre Nr. 1 *).

Herr Jacob, noch unbekannt mit dem Apparate des Herrn Duchemin, beschäftigte sich mit Erforschung der Aufgabe, ein Pendel zu verfertigen, welches die Pendel mit Rost entbehrlich machen und doch dieselben Dienste, wie diese, leisten, d. h. den Apparat gegen die Temperaturveränderungen unempfindlich machen sollte. Er bedient sich, um zu diesem Zwecke zu gelangen, zwar gleichfalls der Eigenschaft der Metalle, sich in der Wärme in ungleichem Grade auszudehnen; allein die

*) Bulletin de la Société d'encouragement.

Einrichtung seines Apparates ist neu. Das Solidarverhältniß, welches Herr Jacob dadurch zwischen dem Zinke und dem Stahle herstellt, scheint den Zweck, welchen sich der Erfinder vorsetzte, vollkommen zu erfüllen. Folgende Beschreibung, mit beigefügter Abbildung, wird die ganze Erfindung deutlicher und anschaulich machen.

Der Kompensator besteht aus einem stählernen Stabe A A′, Fig. 13, von ovaler Form, den man in dem senkrechten Durchschnitte A A′ ersieht, und dessen Länge der Dauer der Pendel-Schwingungen, die man erhalten will, entsprechen muß. An der Seite A befinden sich die Aufhängehaken; das Ende A′ ist mit einem Schraubengewinde versehen, welches zur Aufnahme einer Mutterschraube dient. An diesem Stabe ist nun eine Scheide aus Zink B B′ angebracht, welche aus zwei Zinkblättern besteht, die an mehreren Stellen durch kleine Querstreifen desselben Metalles miteinander verbunden sind, und deren oberes Ende an einem mit einem Schraubengewinde versehenen Fache J befestigt ist. Der Stahlstab wird durch eine an beiden Enden angebrachte Oeffnung so in der Mitte dieser Scheide erhalten, daß er sich frei bewegen kann; die Scheide wird durch die Schraubenmutter H an dem Stabe zurückgehalten. An dem mit dem Schraubengewinde J versehenen Theile der Scheide ist eine Schraubenmutter G angeschraubt, auf welche die stählerne Scheibe C D frei gelegt wird. Diese Scheibe ist mit zwei Ohren ausgestattet, an denen die Linse mittels der beiden von dem horizontalen Durchmesser ausgehenden Stäbe E E′ und F F′ aufgehängt ist. Die Länge des Zinks ist so berechnet, daß, wenn man die an dem Theile J befindliche Schraubenmutter hinaufschraubt, ein Ueberschuß von Kompensation stattfindet, so daß man dann durch allmäliges Herabschrauben der Schraubenmutter endlich zu der erforderlichen Länge gelangt. Die an dem untern Ende des Stahlstabes angebrachte Schraubenmutter H dient auch dazu, um auf die gewöhnliche Weise das sogenannte Avanciren und Retardiren zu bewirken.

Die Wirkungsweise dieses sinnreichen Apparates ist nun folgende: Gesetzt, man wolle, nachdem man das Pendel an einem guten Uhrwerke angebracht und dessen Länge für eine konstante Temperatur angepaßt hat, auch dessen Kompensation reguliren, so muß man die Temperatur auf die gewöhnliche Weise erhöhen, wo man dann z. B. finden wird, daß die Uhr um mehr vorgeht oder zurückbleibt, als dieß vorher der Fall war. Hieraus wird man schließen, daß die Wärme zwar die stählerne Aufhängestange verlängert hat, wodurch ein Zurückbleiben hätte entstehen müssen; daß sich aber auch die Schraubenmutter, welche der Linse an der Zinkscheibe als Träger dient, gleichfalls verlängerte, und daß die Linse dadurch um so viel emporstiege, so daß sie durch den ersteren Einfluß um weniger herab, als durch den zweiten wieder nach aufwärts gebracht wurde. Das Pendel wurde also der Wirklichkeit nach verkürzt, und der Schwingungsmittelpunkt näherte sich mithin dem Aufhängepunkte, so daß das Zink im Verhältnisse zum Stahle also zu lang war.

Um dasselbe nun zu verkürzen, dreht man die Schraubenmutter, die sich unter der Tragescheibe der Linse befindet, so daß die Linse herabsinkt, wodurch eine doppelte Wirkung erreicht werden wird. Es wird nämlich 1) die Zinkröhre, welche eine zu große Kompensation erzeugte, dadurch verkürzt; und es wird 2) der Mittelpunkt der Schwingung weiter herabgelangen, wodurch die Uhr zurückbleiben wird. Da man nun aber diese letzte Wirkung, welche den ganzen Gang der Maschine in Unordnung bringen würde, nicht braucht, so bringt man den Mittelpunkt der Schwingungen wieder höher, indem man die an dem Ende der Aufhängestange befindliche Schraubenmutter dreht. Da die beiden Schraubengänge gleich sind, so kann man dieselben leicht mittels eines Zeigers und mittels gleicher, auf jeder Schraubenmutter angebrachter Eintheilungen in einem bestimmten Grade drehen, damit nur auf die Kompensation allein ein Einfluß ausgeübt werde.

Man kann also diese Kompensationspendel nicht nur reguliren, ohne daß man weder die Uhr, noch das Pendel abzunehmen braucht, sondern man braucht dasselbe gar nicht, oder nur für einen Augenblick, anzuhalten, so daß man die Kompensation nach Belieben und ohne Mühe, ohne Arbeit und ohne Kosten regeln kann. Nichts ist leichter, als die Handhabung dieses Apparates, der sich durch wiederholte Versuche auf den höchsten Grad der Vollkommenheit bringen läßt, und zwar mit einer Leichtigkeit, als wenn es sich blos darum handelte, eine einfache Pendeluhr vor- oder nachgehen zu machen.

Eins der Resultate, gegen welches der Uhrmacher bei der Verfertigung der Kompensationspendel besonders auf der Hut zu sein hat, und welches den Rostpendeln am nachtheiligsten ist, ist die Biegung und die Senkung, welche das ziemlich bedeutende Gewicht der Linse an den Tragstangen hervorbringt. Dieses Gewicht strebt immer dahin, die Form der Stangen zu verändern; und da diese Wirkung eine immer fortwährende ist, so äußert sie sich nach Ablauf eines Tages nicht weniger, als nach Ablauf von zehn Jahren, woraus nothwendig folgt, daß sich die Kompensation nicht vollkommen streng erhält. Gleich in den ersten Tagen läßt sich das Pendel unmöglich reguliren, denn die einzelnen Stücke müssen vorher die Einwirkung des Gewichts, welches an denselben zieht, erfahren haben.

Erst nach einer gewissen Zeit kann man sie probiren und die Dimensionen der Stäbe der beiden Metalle zu reguliren trachten; es sind hierzu wiederholte Versuche nöthig, und erst nach einem Jahre und darüber kann man zu einem guten Pendel gelangen. Das Gewicht der Linse wird selbst dann noch wirken; allein der Nerv des Metalles wird dann dieser Einwirkung auch Widerstand zu leisten gelernt haben. Dessen ungeachtet wird aber dieser Einfluß des Gewichts mit der Länge der Zeit die Oberhand erhalten, so daß die Kompensa-

tion endlich fehlerhaft werden und neuer Ausbesserungen bedürfen wird. Diese Nachtheile und Unannehmlichkeiten finden zwar an dem Pendel des Herrn Jacob in hohem Grade statt; allein es ist denselben hier auch so leicht abzuhelfen, daß sie für das Jacob'sche Pendel beinahe null und nichtig werden.

Es ist hier nicht unsere Absicht, das Kompensationspendel des Herrn Duchemin mit jenem des Hrn. Jacob zu vergleichen; denn beide Apparate sind, obschon sie eigentlich auf einem und demselben Principe beruhen, von ganz verschiedener Natur. Herr Duchemin wollte nur die Mittel an die Hand geben, durch welche sich die Rostpendel leicht und sicher reguliren lassen. Hr. Jacob hingegen hat ein ganz neues Pendel erfunden, welches wir, zum Unterschiede von den andern, das Scheidenpendel (pendule à fourreau) nennen wollen. Beide Erfindungen haben ihren großen Werth, und jeder Uhrmacher kann, je nach Umständen, ohne Nachtheil der einen oder der andern den Vorzug geben.

Methode, Baily's Kompensationspendel gegen hygrometrische Einflüsse unempfindlich zu machen *).

Baily's Pendel besteht aus einem bleiernen Cylinder, welcher an einer Stange von gewöhnlichem Fichtenholze befestigt ist. Dasselbe wird, nach des Erfinders Angabe, auf folgende Weise angefertigt: Man nehme einen cylindrischen Stab aus Fichtenholz von geeigneten Dimensionen, jedoch nicht weniger, als 46 Zoll lang und ungefähr $\frac{3}{8}$ Zoll dick, und verschaffe sich einen Bleicylinder mit einem durch seine Mitte gehenden Loche, welches das Ende der Stange frei aufnimmt, und von solcher Länge, daß er in der Drehbank bis auf 14,3 Zoll und auf das verlangte Gewicht reducirt werden

---

*) Edingburgh new philosophical Journal 1845.

kann. Diese Dimensionen gründen sich auf die Annahme, daß sich Fichtenholz um 0,0000022685 und Blei um 0,0000159200 seines körperlichen Inhaltes für 1° Fahrenheit ausdehnt.

Folgendes sind, nach Baily's Angabe, die respektiven Gewichte eines 14,3 Zoll langen Cylinders mit einem $\frac{3}{8}$zölligen Loche in seiner Mitte.

Durchmesser des Cylinders.	Gewicht des Cylinders.
$1\frac{1}{4}$ Zoll.	6,56 Pfd.
$1\frac{1}{2}$ "	9,73 "
$1\frac{3}{4}$ "	13,47 "
2,0 "	17,80 "
$2\frac{1}{4}$ "	22,70 "

Dieser große Astronom hat den Einfluß der Feuchtigkeit auf diese Pendelstange, welcher bei einem tannenen Pendel sogar merkbarer und nachtheiliger, als der Einfluß der Wärme ist, nicht berücksichtigt. Bryson's, Uhrmachers zu Edinburgh, Methode, die Stange gegen atmosphärische Feuchtigkeit unempfindlich zu machen, besteht darin, daß man die Stange zuerst durch Backen ihrer natürlichen und angenommenen Feuchtigkeit beraubt und dann derselben durch langes Eintauchen in Kopalfirniß die Fähigkeit benimmt, Luft oder Feuchtigkeit zu absorbiren. Dieser Ueberzug ist ein wirksameres Präservativ gegen dergleichen Einflüsse, als alle anderen bisher versuchten. Der hierzu anzuwendende Apparat ist sehr einfach und bequem, indem er die Operation des Ausbackens in weniger als einer Stunde vollenden kann. Er besteht aus einem Uhrwerk A, Fig. 14, welches die cylindrische Röhre B mittels einer Feder in Umdrehung setzt. Die Röhre B dreht sich auf zwei Friktionsrädern. C ist eine biegsame Röhre, welche die Röhre D D mit Gas versieht; letztere enthält 10 bis 12 kleine Löcher, aus welchen das Gas brennt, um die obere, die Pendelstange umschließende Röhre B zu erhitzen. Auch die obere Röhre ist mit einer Reihe von Löchern durchbohrt, um die Feuchtigkeit entweichen zu lassen. Diese Löcher

sind zwischen den Gasströmen so angeordnet, daß die Hitze nicht unmittelbar auf das in der Röhre B eingeschlossene Holz wirken kann. Man brachte auch versuchsweise ein Drahtgewebe über der Gasröhre D an, und zwar mit gutem Erfolge, indem dasselbe eine vollständige Verbrennung des Gases veranlaßte und daher das Ansetzen von Kohle an der rotirenden Röhre verhinderte, wodurch sonst die Einwirkung der Wärme geschwächt wurde. Vor dem Ausbacken muß die Pendelstange in allen ihren Theilen vollendet werden mit der untern Schraube und der obern Aufhängeröhre. Diese Maßregel ist nothwendig, weil sonst die Feuchtigkeit an den Enden absorbirt werden und dadurch das Instrument weniger vollkommen machen würde. In der rotirenden Röhre B wird nun die Pendelstange der Flamme so lange ausgesetzt, bis aus den Oeffnungen keine Feuchtigkeit mehr entweicht. Indem man die Stange in der Röhre in Zwischenräumen von wenigen Minuten vor- und rückwärts bewegt, wird sie, ihrer ganzen Länge nach, gleichmäßig erhitzt. Noch heiß wird sie in eine mit Kopalfirniß gefüllte Röhre getaucht und 24 Stunden in derselben gelassen. Nach ihrer Herausnahme aus dieser Röhre läßt man den Firniß an einem warmen Orte langsam verdampfen, worauf das Pendel zum Gebrauche fertig ist.

Das Pendel mit Quecksilberkompensation.

Graham's*) Quecksilberpendel**) nähert sich sehr dem einfachen Pendel, insofern die Stange dessel-

---

*) Georg Graham, Uhrmacher in London, war durch vorzügliche und nützliche Erfindungen in seiner Kunst berühmt. Man verdankt ihm die Cylinderhemmung, die Ankerhemmung und das Quecksilberpendel.

) Siehe **Moinet, Traité d'horlogerie, Part. II. chap. VI, pag. 460.

ben sehr dünn und von geringem Gewicht ist, während das Quecksilber, welches in einem cylindrischen Glasgefäße enthalten ist und an die Stelle der gewöhnlichen Linse tritt, allein den größten Theil von dem Gewichte des Pendels in sich vereinigt, und auf diese Weise hat der Regulator den Vortheil, daß sein Schwingungsmittelpunkt der Mitte des Glasgefäßes mit Quecksilber sehr nahe ist. Die Pendelstange senkt durch ihre Verlängerung bei der Wärme das Gefäß, worin das Quecksilber befindlich ist. Dieses flüssige Metall aber wird durch seine größere Ausdehnungskraft gehörig im Gefäße steigen, so daß es den Schwingungsmittelpunkt so viel hebt, als die Verlängerung der Stange denselben senkte. Durch Berechnung kann man die Höhe finden, die man der Quecksilbersäule geben muß, damit die Kompensation genau werde, und zu dem Ende muß das Quecksilber beinahe doppelt so hoch steigen, als die Verlängerung der Eisenstange beträgt, da der Schwingungsmittelpunkt der Mitte der Quecksilbersäule sehr nahe ist. Kennt man die Verhältnisse des Eisens, des Glases und des Quecksilbers, so kann man die passende Höhe des Quecksilbers berechnen, und das Resultat würde sehr genau sein, wenn man sich darauf verlassen könnte, daß das Glas und die angewandten Metalle genau dieselbe Ausdehnung hätten, welche die Tabellen hierüber angeben, was aber, wie vorhin bemerkt, nicht immer der Fall ist *).

*) Die Ausdehnung des Glases wird von verschiedenen Naturforschern verschieden angegeben. Wir haben so, z. B.:
Glas (in Röhren) 0,0008613 = $\frac{1}{1161}$ (Dulong und Petit),
Glas (in Platten) 0,0008909 = $\frac{1}{1122}$ (Lavoisier und Laplace),
Glas (in Stangen) 0,0008079 = $\frac{1}{1238}$ (Roy).

Bei dem Quecksilberpendel mit Glasgefäßen muß auf die Ausdehnung des Glases Rücksicht genommen werden, insofern sich das Gefäß durch die Wärme ein wenig ausdehnt und das Quecksilber also sinkt. Es wirkt also der Kompensation entgegen, oder bewirkt, daß die Quecksilbersäule höher sein muß, als sonst.

Es ist hinreichend, wenn man hier sagt, daß man, wenn man der Quecksilbersäule eine Höhe von 6 Zoll 2 Linien pariser Maß (6 Zoll 5 Linien rheinl. Maß) giebt, einer vollkommenen Genauigkeit sehr nahe sei, wovon man sich indessen durch den Gang der Uhr überzeugen muß.

Man sieht nicht leicht den Grund ein, warum man nicht öfter die Quecksilberkompensation bei Pendeln gebraucht, obgleich diese durch ihre Einfachheit und durch die Leichtigkeit, womit sie ausgeführt werden kann, die Aufmerksamkeit auf sich ziehen muß. Man hat vermuthlich gefürchtet, daß, übereinstimmend mit der Bemerkung Mehrerer, die Bewegung, welche das Quecksilber unter den Schwingungen hat, obgleich diese sehr gering ist, einige Unregelmäßigkeiten verursachen könne, was aber von der Erfahrung durchaus nicht bestätigt ist. In der Wirklichkeit ist ja auch diese Bewegung des Quecksilbers bei jeder Schwingung gleich, und daher kann sie auf keine Weise schaden, so lange sich die Schwingungsbogen nicht merklich verändern.

Andere haben befürchtet, daß die große Masse Quecksilber, welch im Gefäße enthalten ist, nicht allzulange dem Einflusse der Temperatur der äußern Luft widerstehen möchte, während die Pendelstange, welche dünn und ganz frei ist, schnell von der Wärme und Kälte durchdrungen, sich schon verlängert oder verkürzt haben würde, und daß keine gehörige schnelle Kompensation beim Quecksilberpendel stattfinden könnte; aber auch diese Furcht ist nur wenig gegründet; denn wenn auch die Temperaturveränderungen in der äußern Luft schneller vor sich gingen, als es in der Wirklichkeit geschieht, so ist es doch gewiß, daß diese Veränderungen weit weniger schnell in dem Innern eines Observatoriums und in demselben Verhältnisse weit weniger schnell in dem Uhrgehäuse geschehen, so daß Zeit genug da ist, damit alle Theile des Pendels in einem beinahe völlig gleichen Grade von der Wärme und Kälte durchdrungen werden können. Außerdem verändert sich die

Temperatur nicht so plötzlich von einem Extreme zum andern, sondern erst um mehrere Grade in einer bis zwei Stunden, oder in noch längerer Zeit.

Aus dem Gesagten hat man schon gesehen, daß man die Unvollkommenheiten, welche man dem Quecksilberpendel beigelegt hat, nicht zu fürchten braucht. Man würde sich noch mehr davon versichern, wenn man das Pendel so einrichtete, daß dieselbe Quecksilbermasse, welche in einem einzigen Gefäße enthalten ist, in zwei Gefäße vertheilt würde; denn alsdann würde derselbe körperliche Inhalt oder dieselbe Quecksilbermasse der umgebenden Luft eine größere Oberfläche darbieten, oder für die Einwirkung der Temperatur empfänglicher sein, und durch dieses Mittel würde das Quecksilber schneller von der Wärme und Kälte durchdrungen werden. Diesem Principe zufolge konstruirt Urban Jürgensen das Quecksilberpendel, wie Fig. 15 zeigt. In a sieht man den untersten Theil der Pendelstange, welcher viereckig ist, aber eine größere Breite, als Dicke hat. Diese Stange endigt sich in eine Schraube, welche die regulirende Schraubenmutter b trägt; c ist ein Messingrohr, welches sich ohne Wackeln längs der Stange a bewegen kann. Dieses Rohr ist mit dem untersten Ende an die Platte oder den Teller d d gelöthet, welcher letztere oval ist und eine gehörige Stärke besitzt, um das Gewicht des Quecksilbers tragen zu können, ohne sich zu biegen. Der Teller d d wird von einem Stück e gehalten, welches auf der Schraubenmutter b ruht. Die Schraube, welche die Schraubenmutter hält, geht durch ein Loch, welches sowohl durch das Stück e, als durch die Platte d d geht. Zwei cylindrische Glasgefäße g und h sind auf die Platte d d so gestellt, wie es die Zeichnung zeigt; zwei an der Platte befestigte und die Gefäße von unten umgebende Messingringe dienen dazu, diese an derselben Stelle zu halten, während das Stück i k, das man noch besser in Fig. 16 sieht, und das an dem Rohre c durch zwei Schrauben befestigt ist, die Gefäße durch Umfassung von oben hält. Diese Gefäße sind 7

Zoll hoch, und das Quecksilber steigt ohngefähr 6 Zoll 5 Linien in denselben *). Man kann ein Gewicht brauchen, das an der Stange a auf- und abgeschoben werden kann, wie in Fig. 17 gezeigt ist, um den Gang der Uhr so genau als möglich reguliren zu können.

Das auf diese Weise konstruirte Pendel wird sich einer genauen Kompensation sehr nähern; aber nur durch den Gang der Uhr, mit den Fixsternen verglichen, kann man sich von der strengen Genauigkeit der Kompensation versichern. Wäre diese etwas schwach, so würde es leicht sein, die Quecksilbermasse auf eine passende Weise zu vermehren; im entgegengesetzten Falle müßte man dieselbe vermindern, indem man etwas Quecksilber aus den Gefäßen herausnimmt, doch nur wenig auf einmal und gleichviel aus beiden Gefäßen. Auf diese Weise würde man mit geringer Mühe eine vollständige Kompensation erhalten.

Trüge man Bedenken, gläserne Gefäße wegen ihrer Zerbrechlichkeit zu gebrauchen, so könnte man sich eiserner Gefäße statt dieser bedienen; da aber eiserne Gefäße mit Kupfer gelöthet sind, so müßte man befürchten, daß diese an den gelötheten Stellen vom Quecksilber angegriffen würden. Um dem vorzubeugen, könnte man sie inwendig mit einer Lage Emaille oder Glas belegen, und dann würde das Quecksilber keinen Schaden verursachen können. Die eisernen Gefäße würden sich mehr ausdehnen und zusammenziehen, als die gläsernen; folglich müßte man, wenn man jene gebrauchte, den Quecksilbersäulen eine größere Höhe geben, als wenn die Gefäße von Glas wären. Die eisernen Gefäße würden den Vortheil gewähren, daß man ihnen leicht die Gestalt geben könnte, welche man für die passendste hielte, entweder um die Luft zu durchschneiden und zu durchdrin-

*) Graham räth, die Gefäße mit dem Quecksilber auszukochen (wie ein Barometer), um die Luft wegzuschaffen, welche sich zwischen dem Glase und dem Metalle befindet.

gen, oder um so schnell als möglich den Wärmegrad der umgebenden Luft anzunehmen.

Indessen müssen wir bemerken, daß die gläsernen Gefäße, vermöge ihrer Durchsichtigkeit, den besondern Vortheil gewähren, in der Hinsicht eine Untersuchung anstellen zu können, ob das Quecksilber von allen Luftblasen frei sei. Im entgegengesetzten Falle müßte man diese auf die angegebene Weise wegschaffen, da sie, wie bekannt, der richtigen Kompensation schaden.

Neues Kompensationspendel des Uhrmachers Bourdin zu Paris.

Die Hauptstange dieses Pendels besteht aus einer Röhre von Glas, einer Substanz, die eine fast so geringe Ausdehnbarkeit hat, als präparirtes Tannenholz, welches man zu diesem Zwecke gewöhnlich anwendet. Am obern Ende dieser Röhre ist ein Stück ungehärteter Stahl mittels eines Stiftes befestigt, welcher in einen Haken ausläuft, an dem das Pendel angehängt ist. Am untern Ende der Glasröhre ist ebenfalls ein Stück Stahl mittels eines Stiftes befestigt; dasselbe tritt nur um einige Millimeter vor und ist unten mit einer Schraube versehen, die genau in der Achse des Pendels befestigt und mit einer Mutter von Messing versehen ist, deren obere ebene Fläche gegen das stählerne Ende tritt; eine Gegenschraube, ebenfalls von Messing, verhindert das Losgehen der ersten Schraube.

Auf dem Rande dieser Mutter ruht der Fuß einer Zinkröhre, die ohne merkliche Reibung über die Glasröhre geschoben ist. Am obern Ende hat man über diese Zinkröhre einen messingenen Ring mit Lappen geschoben, in welche zwei Regulirungsschrauben von Stahl eingeschraubt sind, durch die ein unterer Ring auf der Röhre höher oder niedriger gestellt werden kann, während der obere Ring auf der Zinkröhre festsitzt.

Endlich gehen durch die Lappen des obern Ringes zwei Platinstäbe, welche eine messingene Linse in ihrer Mitte halten. Diese Linse hat eine cylindrische Oeffnung, deren Achse ihr senkrechter Durchmesser ist und wodurch die Linse über das untere Ende der Zink- und der darin befindlichen Glasröhre geschoben werden kann.

Man sieht daher, daß, wenn man das Pendel so einrichtet, daß der Mittelpunkt der Linse sein Schwingungsmittelpunkt ist, die Länge des Pendels besteht: aus der Summe der Entfernung von dem Aufhängungspunkte bis zu der Achse des Stiftes, welcher das obere Stahlstück mit der Glasröhre verbindet.; aus der Länge dieser Stange zwischen dieser Achse und derjenigen des Verbindungsstiftes des untern Stahlstückes, und aus der Länge dieses letztern unter der Achse ihres Stiftes, das Ganze vermindert um die Länge der Zinkröhre unter dem festen Ringe und vermehrt um die Länge der Regulirungsschrauben des oberen Ringes, sowie auch um die Länge der Platinstäbe *).

---

*) Wenn man die oben angegebenen sechs Längen mit **a v, a, z, a,,** und **p** bezeichnet, und mit **l** die Länge des Pendels, so erhält man: $a + v + a, - z \pm a,, + p = l$, je nachdem man auf der Zinkröhre den obern oder untern Ring des Pendels festgestellt. Wenn ferner **a', v', z'** und **p'** die resp. Ausdehnung des Stahles, Glases, Zinks und Platins sind, so muß man offenbar, wenn **m** unabhängig von der Temperatur sein soll, die nachstehende Gleichung haben:

$$(a + a, \pm a,,)\, a' + v v' - z z' + p p' = o.$$

Schafft man die Länge a, a,, a,, der Stahltheile des Pendels weg, so erhält man:

$$z = \frac{l\, a - v\, (a' - v') - p\, (a' - p')}{z' - a'}$$

Diese Formel setzt uns in Stand, die Länge **z** desjenigen Theils von der Zinkröhre zu berechnen, der unter dem festen Ringe befindlich ist, wenn mit **l** die Länge **v** der Glasröhre zwischen den beiden Stiften der Stahlenden gegeben ist, mit **p** die Länge der Platinstäbe, und wenn man die Ausdehnung des Stahles, des Glases, des Zinks und des Platins, welche zur Konstruktion des Pendels angewendet wurden, kennt. Da diese Länge **z** unabhängig von **a,,** ist, so kann man die Stellschrauben des Ringes,

Es ist folglich möglich, diese verschiedenen Längen so mit einander zu kombiniren, daß die Summe der Ausdehnungen derjenigen Längen, welche dem Stahle, dem Glase und dem Platin entsprechen, genau gleich der Ausdehnung der Zinkröhre ist; dabei bleibt die geringe Längenveränderung der Stellschrauben zwischen den beiden Ringen unberücksichtigt, und man gelangt dennoch zu einer genauen Länge des Pendels, wie sie die verlangte Dauer der Schwingungen erfordert. Ist dieß nun geschehen, so ist klar, daß, weil sich diese Ausdehnung in entgegengesetzten Richtungen unter dem Aufhängungspunkte des Pendels zeigen, die Länge des letztern von den Temperaturveränderungen, denen das Pendel ausgesetzt ist, gar nicht alterirt werden kann.

---

welcher die Platinstäbe festhält, die zu dem Schwingungsmittelpunkte gehen, drehen, ohne diejenigen Theile zu stören, durch welche die Kompensation gesichert ist.

Wenn man den untern Ring nimmt, um damit die Länge der Zinkröhre zu reguliren, ein Fall, welcher dem unteren Zeichen der obigen Gleichungen entspricht, so kann man diese Gleichungen unabhängig von den Längen der aus Stahl bestehenden Theile machen, indem man die Gleichheit $a + a_{,} = a_{,,}$ bei der Anfertigung des Pendels festhält, was durchaus keine Schwierigkeit hat; es würde alsdann bleiben $v - z + p = l$ und $v v' - z z', + p p' = o$, und indem man p wegschafft, erhielte man

$$z = \frac{l p' + v (v' - p')}{z' - p'}$$

Es folgt daraus, daß die Stahlschrauben, welche die beiden Ringe verbinden, durch zwei Mittel- oder Zwischenstücke aus demselben Metalle von fester und unveränderlicher Länge ersetzt werden können; diese Länge ist gleich der Summe der Längen von den Stahlstücken innerhalb der Länge des Pendels, vorausgesetzt, daß die Platinstangen, deren Länge hier ohne Einfluß auf z oder auf die Kompensation ist, entweder in die Lappen des obern Ringes eingeschraubt sind, oder in Schraubenmuttern, die sich in der Achse der Linse befinden, um wirkliche Stellschrauben für letztern oder für den Schwingungsmittelpunkt des Pendels zu bilden; sie dienen alsdann zur Erlangung der wahren Länge l, die für die Dauer der beabsichtigten Bewegung nothwendig ist.

Dieß war die Aufgabe des Hrn. Bourdin, welche er durch die Konstruktion eines einfachen und zugleich eleganten Kompensationspendels gelöst hat.

Da die Ausdehnungen des Stahles, Glases und Zinkes nicht absolut konstant sind, so hat Hr. Bourdin gefunden, wie dieß auch wirklich der Fall sein muß; daß alle seine Pendel, die nach den mittlern Verhältnissen konstruirt worden sind, zu denen er geführt wurde, dadurch allein dem Einflusse einer bedeutenden Temperaturveränderung nicht gänzlich entzogen werden. Um sich von dem wirklichen Vorhandensein der Kompensation zu überzeugen, und um sie mit Hülfe des festen Ringes, der ein Theil des Pendels ist, genau zu erhalten, hat der geschickte Künstler einen sinnreichen Apparat ausgedacht, dessen Princip jedoch nicht ganz neu zu sein scheint. Der innere Raum wird nach Belieben mehr oder weniger durch eine Lampe mit doppeltem Luftzug erwärmt, nachdem man das zu untersuchende Pendel so aufgehängt hat, daß die Horizontale seines Schwingungsmittelpunktes mit dem Hebel eines sehr einfachen Mechanismus in Verbindung gesetzt worden ist, der einen Theil dieses Apparates bildet und auf den Zeiger eines in Sexagesimalgrade getheilten Bogens wirkt.

Wenn die Temperaturveränderungen die Stellung des Zeigers nicht verändern, so ist das Pendel gehörig regulirt; im entgegengesetzten Falle muß man den festen Ring auf der Zinkröhre losschrauben und so verschieben, daß man im Stande ist, eine genaue Kompensation zu bewirken; denn nach der von Bourdin angenommenen Konstruktion verkürzen sich seine Pendel, wenn die Zinkröhre unter dem festen Ringe zu lang ist, und sie verlängern sich im Gegentheile, wenn sie zu kurz ist. Sobald nun der feste Ring seine genaue Stellung erhalten hat, stellt man die wahre Länge des Pendels durch die Stellschraube her, um den Schwingungsmittelpunkt in die richtige Stellung zurückzuführen. Man bringt das Pendel von Neuem in den Apparat, um seine Rek-

tifikation fortzusetzen, und verfährt auf diese Weise so lange, bis der Zeiger unbeweglich bleibt.

Der Apparat ist so empfindlich, daß ein Pendel für halbe Sekunden, dessen Stange ganz aus Zink besteht, bei der Temperatur von 8° C. genommen, während 5 Minuten, welche die innere Temperatur brauchte, um von 8° auf 12° C. zu steigen, den Zeiger einen Bogen von 36 Theilen durchlaufen machte, d. h. 9 Theile auf einen Wärmegrad. Durch eine sehr einfache Berechnung, welche auf die mittlere Ausdehnung des Zinks begründet ist, findet man, daß bei diesem Versuche jeder Grad der Platzveränderung des Zeigers einer Ausdehnung der Zinkstange des Pendels um beiläufig 0,000008 Meter entsprach.

Als ein Halbsekundenpendel nach Bourdin's System, welches noch nicht regulirt war, dem vorhergehenden substituirt und die Temperatur von 13° auf 26° C. gesteigert wurde, wozu 15 Minuten Zeit erforderlich waren, ging der Zeiger um 10 Theile des Bogens, also nur um $\frac{10}{13}$ oder 0,77 Theil per Celsius'schen Temperaturgrad zurück.

Man sieht daraus, daß der feste Ring dieses Pendels etwas heruntergerückt werden mußte, um zum Kompensationspunkte zu gelangen. Nach den oben erwähnten Berechnungen betrug die Verkürzung des Pendels bei diesem Versuche, d. h. für eine Temperaturveränderung von 13° C. nur 0,0008 Meter.

Beschreibung der Abbildungen.

Fig. 18 ist das Kompensationspendel in einer vordern Ansicht;

Fig. 19 senkrechter Durchschnitt desselben nach der Linie A B Fig. 18;

Fig. 20 horizontaler Durchschnitt desselben nach der Linie C D Fig. 18.

A, Glasröhre, die an ihren Enden durch zwei Stücke ungehärteten Stahles verschlossen ist. Das obere Stück

a dient als Haken zum Aufhängen des Pendels; das untere Stahlstück b enthält eine mit Schraubengewinden versehene Stange c, welche eine Schraubenmutter d und eine Gegenschraube e von eiförmiger Gestalt aufnimmt.

B, Zinkröhre, in welche die Glasröhre A eingeschoben ist: sie gleitet frei in einer messingenen Linse C. Diese drei Stücke können in Folge ihrer Ausdehnung eine senkrechte Bewegung machen; aber zwei kleine Stifte, von denen der eine f durch die Glasröhre geht und in einem Falz f′ in der Zinkröhre verschoben werden kann, während der andere g in der Zinkröhre befestigt und in einem Falz g′ im untern Theile der Linse verschiebbar ist, verhindern die drehende Bewegung.

Die beiden Röhren und die Linse werden durch die Mutter d und durch die Gegenschraube e festgehalten.

Zwei Platinstäbe D, D, welche von dem Mittelpunkte der Linse ausgehen und darauf mittels der Schrauben h, h befestigt sind, werden in den Lappen eines Ringes i festgehalten; löst man die Schrauben, so sind die Stangen und der Ring i verschiebbar. Eine Stellschraube l, deren Gewinde durch das Muttergewinde eines zweiten festen Ringes k geht, kann den Ring i verschieben; man kann dieser Schraube verschiedene Stellungen zu dem Ringe i geben. Die Schraube m, welche durch einen Lappen ohne Gewinde geht, ist nur des Gleichgewichtes wegen angebracht, kann aber auch leicht zur Stellschraube eingerichtet werden.

Aus dieser Einrichtung folgt, daß der Mittelpunkt h der Linse in veränderlichen Höhen mittels der Platinstäbe, der beiden Ringe und der Stellschraube festgestellt werden kann. (Bullet. de la soc. d'encourag., Mai, 1850, p. 193.)

Zweites Kapitel.

Von der Unruhe und der Spiralfeder *).

Die Unruhe ist der Regulator derjenigen Uhren, welche äußern Bewegungen ausgesetzt sind. Wir wissen, daß die Unruhe ein kreisförmiger Körper ist, der mit koncentrischer Achse versehen ist und in allen möglichen Lagen in vollkommenem Gleichgewichte bleibt. Die Enden der Unruhachse haben Zapfen, die in passenden Löchern gehen und auf diese Weise die freie Bewegung des Regulators erleichtern. Das Pendel schwingt vermöge der Schwerkraft, die Unruhe durch die Wirkung einer sehr elastischen, spiralförmigen Feder, welche die Spiralfeder genannt wird. Man sieht die Unruhe, sowie auch die Spiralfeder, in den Figg. 21, 22, 23 abgebildet. — Fig. 23 zeigt dieselbe von der Seite gesehen, und zwischen den obern Unruhkloben C und den untern Unruhkloben B eingesetzt; aa ist die Unruhe; bb die Achse, deren Zapfen sowohl in dem Kloben, als in der Potence gehen; cc ist die Spiralfeder; d ein Spi-

---

*) Vergleiche Urban Jürgensen, höhere Uhrmacherkunst Kapitel 3, und **Moinet, Traité d'horlogerie, Part. I. c. 8, p. 323**.

ralhalter (Spiralpflock), der an die Platte A mit einem Zapfen befestigt ist. Dieser Spiralhalter ist mit einem Loche versehen, das mit der Platte A gleichlaufend ist; man steckt das äußerste Ende der Spiralfeder in das Loch des Spiralhalters hinein und macht es durch einen Stift fest. Der innerste Umgang dieser Spiralfeder ist an die Spiralrolle befestigt; diese ist cylindrisch und mit einem Loche durchbohrt. In diesem Loche befestigt man das innerste Ende der Spiralfeder durch einen Stift auf dieselbe Weise, wie wir bei dem äußern Spiralgange erwähnt haben. Dieselbe Rolle ist genau auf die Unruhachse gepaßt. Fig. 24 zeigt das Profil der Löcher, welche die Zapfen halten; b ist eine Versenkung für das Oel und d eine Platte von gehärtetem Stahle, gut polirt und durch eine Schraube befestigt. Die Enden der Zapfen gehen gegen solche Platten; c ist wie ein Tropfen, oder zum Theil wie ein stumpfer Kegel gebildet, dessen Scheitel (Spitze) abwärts geht und beinahe die Platte d berührt. Diese Form bewirkt, daß sich das Oel immer in der Nähe der Löcher und in den Löchern zu halten sucht, worin die Zapfen gehen. Hier hat man blos Löcher in Messing angenommen.

Die Unruhe würde, wenn sie in Bewegung gesetzt, beständig schwingen; die Reibung der Zapfen aber und der Widerstand der Luft werden die Bewegung allmälig aufheben. Um die Schwingungen der Unruhe zu unterhalten, braucht man nothwendiger Weise eine äußere Kraft, die den Verlust der Bewegung ersetzen kann. Diese Kraft muß geringer oder größer sein, je nachdem die Unruhe geringere oder größere Reibung erleidet. Damit aber die Schwingungen des Regulators gehörig frei und so wenig als möglich durch die Einwirkung äußerer Bewegungen gestört werden, muß man die Unruhe auf solche Weise einrichten, daß die Reibung und der Widerstand der Luft so gering als möglich werden, ohne jedoch verschiedene andere Eigenschaften der Unruhe

außer Acht zu lassen, die zur genauen Abmessung der Zeit nothwendig sind.

Die äußeren Bewegungen oder Erschütterungen einer Uhr mit Unruhe haben auf die Schwingungen dieses Regulators Einfluß und vermehren oder vermindern die Ausdehnung derselben, was einen schädlichen Einfluß auf die Regelmäßigkeit des Ganges der Uhr haben könnte, insofern man nicht die nothwendigen Vorsichtsmaßregeln getroffen hätte, um diesen Einfluß so gering als möglich zu machen. Dem Gesagten gemäß sieht man denn, daß es wesentlich nothwendig sei:

1) den Einfluß der äußern Bewegung auf die Schwingungen der Unruhe soviel als möglich zu vermindern;

2) die Reibung zu einem so geringen Grade als möglich zu vermindern;

3) den Widerstand der Luft gegen die Unruhe soviel als möglich zu vermindern.

Die Bewegungen, welchen die Uhren ausgesetzt sind, haben, wie schon bemerkt worden, auf die Schwingungen der Unruhe Einfluß und verändern die Ausdehnung ihrer Schwingungsbogen. Es giebt kein Mittel, wodurch dieser Einfluß ganz aufgehoben werden kann; man ist aber im Stande, die Wirkung desselben in solchem Grade zu vermindern, daß er auf keine merkliche Weise den regelmäßigen Gang der Uhr stört. Diejenigen Bewegungen der Uhr, die nach einer geraden Linie geschehen, welche durch den Mittelpunkt der Unruhe läuft, verändern die Schwingungen nicht, weil der Einfluß dieser Bewegung auf der einen Seite dieser Linie durch den Einfluß derselben Bewegung auf der andern Seite der Linie aufgehoben wird. Es giebt aber nicht leicht irgend eine äußere Bewegung, die nicht mehr oder weniger kreisförmig ist; denn wie wenig auch die Bewegung, welche die Uhr erleidet, von der geraden Linie, welche wir genannt haben, abweicht, so geschieht die Bewegung doch mehr oder weniger in einem Kreise, und auf diese

Bewegungen muß man seine Aufmerksamkeit richten, da sich gerade durch diese die Ausdehnung der Schwingungsbogen verändert. Wenn man annimmt, daß die äußere Bewegung in der Ebene der Unruhe und durchaus in einem Kreise geschieht, so betrachtet man den ungünstigsten Fall, der jemals eintreffen kann, und erreicht man es dann, den Einfluß einer solchen Bewegung sehr gering zu machen, so ist man sicher, denselben noch geringer gemacht oder fast ganz gehoben zu haben in dem Falle, wo die Bewegung nur in geringem Grade in einem Kreise geschieht, was beinahe immer der Fall ist, wenn die Taschenuhr getragen wird.

Nimmt man an, daß die Unruhe zwei Schwingungen in der Sekunde mache, daß der Schwingungsbogen 175° sei, und daß die äußere Bewegung der Uhr in einem Kreise in der Ebene der Unruhe geschehe und eine Größe von 25° in der halben Sekunde habe, so wird die Bewegung der Unruhe sieben Mal schneller sein, als die der Uhr, und es wird einleuchtend, daß die Bewegung der Unruhe nicht mehr als ein Siebentel der Ausdehnung vermehrt oder vermindert werden könne, d. h. die größten Bogen werden 200°, die kleinsten 150° sein. Nehmen wir nun an, daß die Unruhe vier Schwingungen in der Sekunde mache, daß die Schwingungsbogen noch 175° seien, und daß die äußere Bewegung der Uhr in einem Kreise 25° in einer halben Sekunde ausmache: so wird die Bewegung der Unruhe 14 Mal schneller, als die der Uhr, und die Schwingungsbogen werden auf diese Weise nur um $\frac{1}{14}$ verändert werden; die größten Bogen werden dann, bei der angenommenen äußern Bewegung, $187\frac{1}{2}$°, die kleinsten $162\frac{1}{2}$° werden. Der ersten Annahme zufolge würden die Bogen nur um 50° verschieden sein, zufolge der letzten, wenn die Schwingungen doppelt so schnell geschehen, würden die Bogen nur um 25° verschieden sein, woraus man schließen kann, daß man durch die Vermehrung der Schwingungen in einer gegebenen Zeit, während die Ausdehnung der Bo-

gen dieselbe bleibt, den Einfluß der äußern Bewegung der Uhr vermindern werde, und im Allgemeinen: je größer die Geschwindigkeit der Unruhe ist, desto besser wird sie den äußern Bewegungen widerstehen.

Wie richtig auch diese Regel sein muß, so hat doch die Anzahl der Schwingungen der Unruhe und die Geschwindigkeit derselben eine gewisse Grenze; denn die Erfahrung hat gezeigt, daß zu schnelle Schwingungen die Reibungen der verschiedenen Theile der Uhr allzu sehr vermehren und daß diese Reibungen die Maschine verderben würden. Man hat daher eingesehen, daß man eine Mittelgröße zwischen den schnellern und langsamern Schwingungen nehmen und die Anzahl der Schwingungen nicht größer machen muß, als es der Solidität und der ganzen Zusammensetzung der Uhr angemessen ist.

Die Erfahrung hat uns glücklicher Weise die Regeln gelehrt, denen wir in dieser Rücksicht folgen sollen. Man erreicht nämlich seinen Zweck dadurch, daß man der Unruhe nicht weniger als 4 und höchstens 5 — 6 Schwingungen in der Sekunde giebt. Fünf Schwingungen passen besonders für Uhren, die getragen werden sollen, vier Schwingungen für diejenigen, welche weniger heftigen Bewegungen ausgesetzt sind, z. B. für Seeuhren mit der gewöhnlichen Aufhängung in Kompaßsuspension. Die Schwingungsbogen sind übrigens an Ausdehnung verschieden nach der Beschaffenheit der verschiedenen Hemmungen, womit man die Uhren versieht; es ist aber hier noch nicht die Stelle, diese Sache zu betrachten.

Bevor wir die passenden Mittel angeben, die Reibung der Unruhzapfen so gering wie möglich zu machen, ist es nothwendig, zu erklären, was man unter dem Ausdrucke Bewegungsmoment oder lebendige Kraft versteht. Bei dieser Bewegung des Regulators sind zwei Gegenstände zu betrachten: Der eine ist die Masse oder das Gewicht der Unruhe, der andere die Geschwindigkeit derselben. Die Masse, multiplicirt

mit dem Quadrate der Geschwindigkeit, giebt das Bewegungsmoment an.

Dieses Bewegungsmoment muß das größtmögliche mit Rücksicht auf den Reibungswiderstand der Unruhzapfen sein; denn durch diese Wirkung wird der Reibungswiderstand der Zapfen überwunden. Man kann der Unruhe auf zwei Arten dasselbe Bewegungsmoment geben, indem man ihr entweder größeres Gewicht und einen kleineren Durchmesser oder einen größeren Durchmesser und geringeres Gewicht oder geringere Masse giebt. Der Durchmesser bestimmt die Geschwindigkeit eines Punktes im Umkreise der Unruhe, und dieser Punkt wird doppelt so große Geschwindigkeit haben, als ein anderer Punkt im Umkreise einer andern Unruhe, deren Durchmesser die Hälfte des Durchmessers der größern Unruhe ist, und welche eben so viele Grade schwingt, wie die erste. Man kann die Geschwindigkeiten also durch die Durchmesser ausdrücken. Wenn man annimmt, daß das Gewicht einer Unruhe 16 und die Geschwindigkeit derselben Unruhe ebenfalls 16 sei, so wird das Bewegungsmoment $16 \times 16^2 = 4096$ betragen. Nehmen wir ferner an, daß das Gewicht einer andern Unruhe $= 4$ und deren Geschwindigkeit $= 32$ sei, so wird das Bewegungsmoment $= 4 \times 32^2$ sein, welches wiederum 4096 giebt.

Man weiß, daß der Reibungswiderstand im Verhältnisse steht zu den durchlaufenen Räumen, multiplicirt mit der Masse oder dem Gewichte. Wenn man annimmt, daß die Schwingungen der größern und kleinern Unruhe 360° sind, so wird die Bewegung der Zapfen in ihren Löchern für beide Unruhen gleich sein und von der Seite betrachtet wird die Reibung ebenfalls gleich; es ist also nur das Gewicht der Unruhen, welches Verschiedenheit in der Reibung verursachen kann. Wir haben angenommen, daß das Gewicht der größten Unruhe $= 4$ und das der kleinern $= 16$ sei; und so verhält sich denn die Reibung der größern Unruhe zu der Reibung der kleinern, wie 4 zu 16 oder wie 1 zu

4, d. h. die Reibung der größern Unruhe ist vier Mal geringer, als diejenige der kleinern. Wir sehen also ein, daß eine Unruhe von einem großen Durchmesser, aber geringerem Gewicht, einen geringeren Reibungswiderstand hat, als eine andere Unruhe von größerem Gewicht, aber geringerem Durchmesser, wenn das Bewegungsmoment für beide gleich ist.

Aus dem Vorhergehenden sieht man nun, daß es nicht zweckmäßig ist, eine zu kleine Unruhe zu gebrauchen; denn man müßte das Gewicht in diesem Falle allzu sehr vermehren, um das nothwendige Bewegungsmoment zu erhalten, wodurch man die Reibung zu bedeutend machen würde. Es ist ebenfalls nicht passend, die Unruhe so leicht zu machen, daß das ganze Bewegungsmoment durch einen allzugroßen Durchmesser hervorgebracht würde; denn ein solcher Regulator würde nicht die nöthige Festigkeit haben und eher die Eigenschaften eines Windfanges, als die eines Regulators besitzen. Zwischen diesen beiden Grenzen giebt es ein passendes Mittel, dessen Richtigkeit die Erfahrung dargethan hat, und den Massen folgend, welche man bei der Unruhe in Uhren findet, deren Gang sich als vortrefflich gezeigt hat, wird man eine leichte und sichere Anleitung haben.

Die größere oder geringere Reibung der Zapfen des Regulators hängt nicht allein von dem größeren oder geringeren Gewichte der Unruhe ab, sondern auch von der Beschaffenheit der Zapfen selbst und der Löcher, worin sie gehen. Die Dicke der Zapfen, ihre größere oder geringere Härte, ihre Politur, ihre Länge, die Substanz, woraus die Löcher gemacht sind, die Beschaffenheit des Oels, welches man anwenden muß, das Verhältniß zwischen dem Durchmesser der Zapfen und der Löcher, Alles dieses verursacht größere oder geringere Reibung. Man muß daher die zur Verminderung der Reibung durch die Zapfen bekannten Mittel anwenden; man muß ferner diejenigen gebrauchen, wodurch die Reibung,

welche man nicht vermeiden kann, wenigstens so konstant oder unveränderlich als möglich gemacht wird. Diese Mittel nun sind folgende:

1) die Zapfen von so geringer Dicke zu machen, als es ihre Stärke erlaubt; da die Reibung der Zapfen im Verhältnisse zum Durchmesser steht, so haben die von kleinerem Durchmesser weniger Reibung;

2) die Zapfen ganz glatt, wohl polirt und hinreichend hart zu machen, damit sie ihre Politur bewahren können;

3) Löcher in harten Steinen, z. B. in Saphiren oder orientalischen Rubinen, anzuwenden, um die Zapfen darin gehen zu lassen;

4) die Enden der Zapfen gegen Platten von harten Steinen, z. B. das Ende des Zapfens, der die Unruhe trägt, bei Chronometern gegen einen flachen und wohl polirten Diamant laufen zu lassen;

5) den Zapfen Oel zu geben, um die Reibung zu vermindern, sowie auch die Abnutzung und das Rosten zu verhüten.

Die größtmögliche Freiheit der Schwingungen des Regulators, Beständigkeit der Reibung, welche stattfindet, und welche man nicht verhüten kann, sind bei einer Uhr von größter Wichtigkeit. Nichts trägt so sehr zur Vollkommenheit derselben bei, als Steinlöcher, worin man die Zapfen der Unruhe gehen läßt; es ist aber überaus wichtig, daß diese Steine gut geformt seien, damit das Oel sich an den Stellen halten könne, die gegen einander reiben, und es ist durchaus nothwendig, daß die Löcher aufs beste polirt seien, damit die Zapfen ihre Politur bewahren können.

Fig. 25 zeigt ein Steinloch mit seiner Decke; a ist der Stein, in dessen Mitte das Loch zum Zapfen gebohrt ist; dieser Stein ist auf die bekannte Weise in eine Messingeinfassung d eingesetzt; der Stein a ist auf der einen Seite, welche gegen die Steindecke b gekehrt ist, erhaben (konvex), und diese Decke ist ebenfalls in eine Messingeinfassung gesetzt, wie man dieß bei c sieht. Die

flache Seite des Steines ist mit einer Versenkung fürs Oel versehen, und das Loch selbst ist sehr kurz; es ist nicht viel tiefer als weit. Dieses Loch ist nicht cylindrisch, sondern enger in der Mitte, als am Ende, wie man in Fig. 26 sieht, wo die innere Form desselben in größerem Maßstabe gezeigt ist. Durch dieses Mittel wird das Oel, welches an Flüssigkeit verloren hat, und der Schmutz, welcher sich im Loche sammeln könnte, weniger hinderlich sein, und die Kanten der Löcher, welche weiter abstehen, können den Zapfen nicht beschädigen, so wie es zuweilen geschieht, wenn die Löcher cylindrisch und die scharfen Kanten nur wenig abgerundet sind. Auf der erhabenen Seite des Steines braucht dann keine Versenkung zu sein; es ist hinreichend, daß die Kante des Loches ein wenig abgerundet sei; die Steindecke b muß beinahe den Scheitel der Konvexität des Steines a berühren, und hier darf zwischen diesem Steinloche und der Steindecke ein nur kleiner Spielraum sein, denn durch dieses Mittel wird das Oel, welches sich zwischen der Platte und der Konvexität des durchbohrten Steines befindet, vermittelst der Kohäsion beständig wieder ins Loch zu gehen suchen, sowie das Oel, welches man in der Versenkung angebracht hat, allmälig austrocknet.

Das Oel hat einen überaus großen Einfluß auf die Regelmäßigkeit der Uhren. Einige Arten Oel sind zum Dickwerden und Austrocknen geneigt; andere greifen die Metalle an, und in beiden Fällen wirken sie äußerst schädlich. Man hat durch chemische Mittel die Oele zu verbessern gesucht, aber, nach dem Urtheile erfahrener Künstler, bleibt reines, natürliches Oel, wie man es aus durchaus reifen Oliven durch Einschnitte in dieselben, ohne zu starkes Pressen, erhält, das beste, welches man in der Uhrmacherkunst gebrauchen kann. (Siehe auch Kap. XVI.) Was übrigens Taschenchronometer und Seeuhren betrifft, so ist das Oel nicht für diejenigen Theile der Hemmung nothwendig, welche gegeneinander gehen, und von der Seite ist viel gewonnen; nur die Zapfen müssen nothwendiger Weise geölt

werden; dadurch aber, daß man diese an der Unruhe und dem Hemmungsrade sehr fein macht und den weiter oben angegebenen Regeln folgt, macht man die Wirkung des Oels sehr gering, so daß, wenn man auch nicht das allerbeste Oel hat, dasjenige, dessen man sich bedienen muß, in geringerem Grade auf den regelmäßigen Gang der Uhr Einfluß haben wird.

Es ist, wie wir weiter oben bemerkt haben, nothwendig, daß die Zapfen der Unruhe wohl ausgeführt, d. h. hinlänglich hart und wohl polirt seien. Die zweckmäßigste Form dieser Zapfen ist diejenige, welche man in Fig. 27 sieht, die einen Theil von der Achse der Unruhe zeigt, welche sich in einen Zapfen endigt. Die Achse und der Zapfen sind in dieser Figur sehr vergrößert dargestellt, um ihre richtige Gestalt desto besser sehen zu können. Der Zapfen hat keinen Ansatz, sein größter Durchmesser ist aber demjenigen der Achse gleich, und von da bis an die Spitze, welche in das Steinloch hineingeht und beinahe ganz cylindrisch ist, wird er dünner. Dieser Zapfen ist also nicht ganz kegelförmig, sondern etwas ausgedreht und nähert sich der Gestalt, welche in der Zeichnung angegeben ist. Indem man die Zapfen auf diese Weise verfertigt, macht man sie sehr stark und solid, wie fein auch der Theil ist, welcher in das Steinloch hineingeht. Es ist unumgänglich nothwendig, den Durchmesser des Zapfens kleiner, als den des Steinloches zu machen, damit nicht das Oel, welches früher oder später wenig flüssig wird, die freie Bewegung des Zapfens im Steinloche hindere. Die Regel, welche man im Allgemeinen und mit glücklichem Erfolge in Rücksicht des Durchmessers der feinen Zapfen im Verhältnisse zu der Weite der Löcher befolgt, ist: den Durchmesser des Zapfens $\frac{1}{6}$ kleiner, als den des Loches, zu machen.

Die Spiralfeder könnte der freien Bewegung der Unruhe hinderlich sein, wenn sie auf solche Weise angebracht wäre, daß sie die Zapfen gegen die Seiten der Löcher drückte. Um dieses aber zu verhüten, muß man

dafür sorgen, daß der Mittelpunkt der Spiralfeder und der Unruhe genau in einem Punkte zusammentreffen, und daß die Spiralfeder, nachdem sie an den Spiralhalter befestigt ist, ihre natürliche Form behalte und weder gegen die eine, noch gegen die andere Seite drücke. Nur der geschickte und geübte Arbeiter versteht, die Spiralfeder wohl anzubringen, was von großer Wichtigkeit ist, da die Spiralfeder gewissermaßen als die Seele der Uhr zu betrachten ist.

Der Uhrmacher Bäcker zu Königsberg hat übrigens eine interessante Entdeckung hinsichtlich der Veränderung gemacht, welche viele Spiralen beim längeren Gebrauche der Uhren erleiden, was natürlich den übelsten Einfluß auf die Gleichmäßigkeit des Ganges derselben ausüben muß. Er hatte bemerkt, daß bei den Schweizer Spiralen mit der Zeit nicht selten eine Vergrößerung ihres Umfanges entstehe, wodurch die Unruhe in eine falsche Stellung kommt, was zuletzt ein Stillstehen der Uhr zur Folge haben könne. Aus diesem Umstande, der bei den auf englische Art gemachten Spiralen nicht eintrete, sei er darauf hingeführt worden, in der Art und Weise der Fabrikation der Schweizer Spiralen den Grund zu dieser Veränderung suchen zu müssen. Die Schweizer arbeiten ihre Spiralen, indem sie mehrere auf einmal auf eine Federwinde aufwickeln, sie in eine Kapsel bringen und zuletzt über Feuer blau anlaufen lassen. Die englischen Spiralen sind aber zwischen einer Klemme oder Zange, die man in der Hand hält, durchgezogen, wodurch sie sich zusammenrollen, eine Operation, die viel mühsamer ist, als jene. Es wird hier ein bestimmter Druck auf alle Theilchen des Eisens ausgeübt; läßt man solche Federn dann auf einer Platte frei liegend über Feuer blau anlaufen, so verändern sie sich später nicht mehr. Die Schweizer aber lassen sie in einer Kapsel blau anlaufen, die Federn krümmen sich also in einem geschlossenen Raume, durch die Wärme sich ausdehnend, sehr stark. Nimmt man daher eine Schweizer Spirale und erwärmt sie auf

einer Platte freiliegend, so dehnt sie sich aus und vergrößert ihren Umfang bedeutend. Ebenso verändert sie sich nur nach längerem Gebrauche der Uhr, in welcher sie freiliegend den Temperatureinflüssen ausgesetzt ist, und die Stellscheibe ist nicht immer im Stande, sie genügend zu verkürzen. Herr Bäcker hält es daher für räthlich, diese Spiralen, zur Vorsicht gegen den bezeichneten Uebelstand, vor dem Einsetzen in das Uhrwerk freiliegend auf einer Platte zu erwärmen; dann verändern sie sich nicht mehr, und man kann mit größerer Sicherheit auf ein längeres Richtiggehen der Uhr rechnen. (Polyt. Centralhalle, Nr. 21, S. 332.)

Vom Widerstande der Luft gegen die Unruhe.

Da die Verminderung des Widerstandes der Luft bei der Konstruktion des Pendels nicht gleichgültig ist, so muß dieses noch weniger bei der Unruhe der Fall sein, weil diese eine größere Geschwindigkeit, aber geringere Masse hat, um diesen Widerstand zu überwinden, und daher mehr als das Pendel davon angegriffen wird. Indessen hängt es nicht von uns ab, diesen Widerstand der Luft ganz unbedeutend zu machen; denn dieß ließe sich nur dadurch thun, daß man der Unruhe einen sehr kleinen Durchmesser gäbe; wir haben aber gesehen, daß die kleinen Durchmesser die Reibung vermehren, deren Wirkung weit schädlicher ist, als der Widerstand der Luft. Doch verändert sich glücklicher Weise die Dichtigkeit der Luft wenig und kann daher nicht Ursache zu bemerkbaren Unregelmäßigkeiten im Gange der Uhr werden. Da es also nicht von uns abhängt, den Widerstand der Luft dadurch zu vermindern, daß wir den Durchmesser sehr klein und die Schwingungen weniger schnell und von geringer Ausdehnung machen, so können wir weiter nichts thun, als daß wir der Unruhe, deren Durchmesser und Geschwindigkeit bestimmt sind, die vortheilhafteste Form geben, so daß die umge-

bende Luft so wenig als möglich auf diese wirke. Zu diesem Zwecke muß man die Arme der Unruhe scharf machen, um die Luft desto besser durchschneiden zu können; man muß ferner die Unruhe ringförmig machen, denn auf diese Weise wird sie das größte Gewicht oder die größte Masse bei der geringsten Widerstandsfläche haben. Nach demselben Principe muß man sie aus einem Metalle von großem specifischen Gewichte machen. Das Platin wird in der Rücksicht das vortheilhafteste sein, nach dem Platin das Gold, nach dem Golde das Messing. Was die Kompensations-Unruhe betrifft, so erleidet diese einen weit größeren Widerstand durch die Luft, als die gewöhnliche Unruhe, und gerade bei der Kompensations-Unruhe kann man nicht größere Vortheile, geringerer oder beinahe nichtssagender Unbequemlichkeiten wegen, aufopfern; Alles, was man in der Rücksicht thun kann, besteht darin, die verschiedenen Theile des Regulators so zu bearbeiten, daß sie die Luft mit dem möglichst geringen Widerstande durchschneiden können. Wir werden hierauf zurückkommen, wenn die Kompensations-Unruhe abgehandelt wird.

Wenn die Reibung der Unruhe möglichst gering gemacht und der Widerstand der Luft, so weit es geschehen kann, vermindert ist, so hat die Unruhe eine große Vollkommenheit erreicht, um die Zeit zu messen; doch wird der Einfluß der Temperatur, oder der Kälte und Wärme, eine Quelle zu großen Unregelmäßigkeiten sein. Der folgende Abschnitt wird von diesem schädlichen Einflusse, sowie von der Art und Weise, die Wirkungen derselben zu kompensiren oder auszugleichen, handeln.

Von dem Einflusse der Wärme und Kälte auf die Unruhe ꝛc.

Wir wissen, daß die Schnelligkeit der Schwingungen der Unruhe von der Kraft der Spiralfeder abhängt, und daß die Schwingungen desto schneller sind, je mehr

Kraft die Spiralfeder hat; desto langsamer dagegen, je weniger Kraft dieselbe hat. Die Kraft der Spiralfeder hängt von der Dicke und Breite des Metallbandes ab, woraus sie besteht, d. h. von den Umgängen der Spiralfeder, sowie auch von der Länge derselben. Wenn die Dicke und Breite des Spiraldrahtes bestimmt ist, wird sich die Kraft nach der Länge verändern, so daß die Kraft der Spiralfeder vermehrt wird, wenn man sie verkürzt; dagegen wird die Kraft geschwächt, wenn die Spiralfeder verlängert wird. Um eine gegebene Anzahl Schwingungen der Unruhe hervorzubringen, muß man eine Spiralfeder von passender Kraft bei derselben anbringen, welche zunächst die Anzahl der Schwingungen regulirt. Um aber den höchsten Grad von Genauigkeit zu erreichen, bedient man sich des Rückers, welcher, indem er den äußersten Umgang der Spiralfeder verlängert oder verkürzt, geringere oder größere Kraft hervorbringt, je nachdem es erforderlich ist.

In Fig. 28 ist die Unruhe aa mit ihrer Spiralfeder b dargestellt, deren äußerster Umgang durch den Spiralhalter o an den Kloben befestigt ist; der innerste Umgang derselben ist durch die Spiralrolle an die Achse der Unruhe befestigt. Auf dem Kloben A sieht man das Stück ee, gewöhnlich der Knopf genannt, worin das Loch für den Zapfen der Unruhe ist. Das Stück gm, oder der Rücker, ist auf diesen Knopf mit geringer Reibung gepaßt, so daß das Ende m den Bogen von F—L durchlaufen kann; der entgegengesetzte Theil g wird auf diese Weise längs einem Theil des äußersten Umganges der Spiralfeder folgen. Zwei Schrauben, an diesem Knopf ee angebracht, verhindern mit ihren Köpfen den Rücker, sich in die Höhe zu heben, und diese Schrauben halten zugleich die Klobensteindecke, wogegen das Ende des Zapfens läuft. In Fig. 29 sieht man den Kloben von unten und die Spiralfeder in der Lage, welche sie haben würde, wenn sie an der Unruhe oder deren Achse angebracht wäre. Man sieht dort den Arm des Rückers mit den beiden Stiften m und n, welche den äußersten

Umgang der Spiralfeder umfassen; dieser hat nur einen sehr kleinen Spielraum zwischen den beiden Stiften, welche den Theil b der Spiralfeder hindern, während der Schwingungen der Unruhe freies Spiel zu haben, während der ganze übrige Theil der Spiralfeder wirksam ist, wenn sich die Unruhe bewegt. Man sieht dadurch, daß man, wenn man den Rücker gegen p führt, den wirkenden Theil der Spiralfeder vermindert, wodurch diese stärker wird und schnellere Schwingungen macht; verlängert man dagegen den wirkenden Theil der Spiralfeder dadurch, daß man den Rücker gegen b führt, so wird die Spiralfeder schwächer und die Schwingungen derselben werden langsamer. Auf diese Weise kann man, vermittelst des Rückers, der Unruhe, je nachdem es erforderlich ist, größere oder geringere Geschwindigkeit geben.

Die beiden Stifte des Rückers haben, wie schon bemerkt, nur eine sehr geringe Entfernung von einander. Ist die Entfernung so groß, daß der äußerste Umgang der Spiralfeder, selbst bei den größten Schwingungen, die Stifte nicht berühren kann, so ist einleuchtend, daß sie keine Wirkung haben; je nachdem die Stifte einander näher stehen, werden sie eine größere Wirkung hervorbringen. Nimmt man also an, daß einer dieser Stifte beweglich ist, so daß man den Spielraum der Spiralfeder vermehren oder vermindern kann, so sieht man leicht ein, daß dieß auf die Dauer der Schwingungen Einfluß haben müsse und daß die Schwingungen schneller werden, wenn man die Stifte einander nähert. Dieß hat zu der einfachen, aber sinnreichen Kompensation Veranlassung gegeben, welche weiter unten beschrieben werden soll.

Die gleiche Dauer der Pendelschwingungen wurde durch den Einfluß der Wärme und Kälte, oder durch die Veränderungen in der Temperatur gestört; mit den Schwingungen der Unruhe geschieht dieses in einem noch höheren Grade. Die Veränderung der Pendelschwingungen wird nur durch die Ausdehnung oder Zu-

sammenziehung der Pendelstange verursacht; die Veränderunngen in den Schwingungen der Unruhe rühren aber nicht nur von der Ausdehnung und Zusammenziehung der Unruhe selbst her, sondern auch von denselben Wirkungen auf die Spiralfeder. Die Wärme vergrößert die Unruhe, verlängert die Spiralfeder, und diese beiden Ursachen machen die Schwingungen langsamer und bringen die Uhr selbst dahin, langsamer zu gehen. Die Kälte bringt die entgegengesetzte Wirkung hervor, d. h. sie zieht die Unruhe zusammen und verkürzt die Spiralfeder, welches die Schwingungen schneller macht und den Gang der Uhr beschleunigt. Diese Veränderungen sind sehr merkbar, selbst bei gewöhnlichen Uhren, und bei dieser Art kann man mit Vortheil die Kompensation an der Spiralfeder anwenden, was bei Längenuhren freilich nicht ausreichend ist, indem man hier die vollkommene Kompensation anwenden muß, welche man mittels der Unruhe selbst erhält.

Von der einfachen Kompensation der Spiralfeder.

Um die Wirkungen des Kompensators, welchen man an der Spiralfeder anbringt, wohl zu verstehen, ist es zweckmäßig, über die Wirkungen nachzudenken, welche die Thätigkeit der Wärme und Kälte auf zwei Metallplatten hat, die so vereinigt sind, wie Fig. 30 zeigt. AB stellt eine zusammengesetzte Stange vor, deren eine Platte aa von Messing, deren andere bb von Stahl ist, und welche beide wohl zusammengelöthet sind. Wenn man diese zusammengesetzte Platte der Einwirkung der Wärme aussetzt, so werden die beiden Metalle sich ausdehnen; wir wissen aber, daß Messing sich weit mehr ausdehnt, als Stahl, daß daher die Platte aa, wenn sie im Begriffe ist, sich mehr als bb zu verlängern, die zusammengesetzte Platte in der Richtung nach D biegen werde, wenn man annimmt, daß das unterste Ende A fest, das oberste Ende B aber beweglich ist.

Wenn man die Platte dagegen dem Einflusse der Kälte aussetzt, so wird die entgegengesetzte Wirkung stattfinden: aa wird sich mehr zusammenziehen, als bb, und B nöthigen, nach der entgegengesetzten Richtung, nach C, zu gehen. Die Bewegung dieser Platte ist sehr merkbar; um sich davon zu überzeugen, braucht man eine solche Platte nur über die Flamme einer Spirituslampe zu halten; die Krümmung wird gleich sehr bedeutend.

Nehmen wir nun an, daß die zusammengesetzte Platte die Gestalt A B C D hat, Fig. 31, und daß der äußere Theil von Stahl, der innere von Messing ist; nehmen wir ferner an, daß der Theil B fest ist und seinen Platz nicht verändern kann: so wird sich der Theil A durch die Wirkung der Wärme gegen c krümmen, wodurch der Theil D sich e nähern wird; indem die Wärme aber zugleich auf den Theil CD wirkt, wird D sich dadurch noch mehr e nähern, so daß die ganze Bewegung bedeutend wird, mehr oder weniger nach dem Wärmegrade, dem A B C D ausgesetzt ist. Die Richtung der Bewegung D's, wenn A B C D der Kälte ausgesetzt wird, ist der Richtung im vorhergehenden Falle entgegengesetzt, und D wird sich gegen f bewegen, oder, was dasselbe ist, sich B nähern, während die Wärme D von B entfernt. Durch die Wirkung der Wärme wird sich ABCD öffnen und sich durch die Kälte schließen. Aus dem, was weiter oben gesagt ist, wissen wir, daß ein kleiner Spielraum zwischen den Stiften schnellere Schwingungen hervorbringt, daß dagegen ein größerer Spielraum die Schwingungen weniger schnell macht. Dadurch, daß man den Kompensator A B C D auf dem Rücker anbringt, so daß der Theil B durch eine Schraube und einen Fuß an diesem befestigt ist, und daß der Theil D beweglich bleiben kann, sieht man ein, wenn man das Auge auf Fig. 32 richtet, daß sich der Spielraum der Spiralfeder nach dem Einflusse der Temperatur auf den Kompensator verändert. Durch die Wärme wird sich D dem festen Stifte e nähern, und die Spiralfeder wird weniger Spielraum erhalten. Die Kälte verur-

facht das Entgegengesetzte: die Spiralfeder wird mehr Spielraum erhalten. Die Wirkung der Wärme auf die Unruhe und auf die Spiralfeder, welche die Schwingungen weniger schnell macht, wird durch die Annäherung der Spiralstifte kompensirt; die Wirkung der Kälte, welche die Schwingungen schneller macht, wird in gleichem Grade kompensirt, indem sich die Stifte von einander entfernen. Dieser Kompensator wirkt, wie man hier sieht, auf eine sehr einfache Weise und kann überall mit Nutzen angewandt werden, wo nur die Frage nach einer Annäherung zur Genauigkeit ist, welche Genauigkeit jedoch größer ist, als diejenige, welche man von den einfachen Uhren im täglichen Leben verlangen kann.

Kompensation vermittelst der Unruhe.

Die vollkommenste Kompensation ist diejenige, welche vermittelst der Unruhe selbst stattfindet, und nur durch diese kann man einen vollkommen genauen Gang bei abwechselnder Temperatur hoffen. Das Princip der Kompensation, vermittelst der Unruhe, ist äußerst einfach und sinnreich; denn die Wärme, welche die Schwingungen der Unruhe weniger schnell machen würde, verringert zu gleicher Zeit den Durchmesser der Kompensationsunruhe; die kleinere Unruhe wird aber schneller schwingen, so daß dadurch eine vollständige Kompensation hervorgebracht wird. Die Kälte hingegen würde die Schwingungen beschleunigen; indem sie aber zu gleicher Zeit den Durchmesser der Unruhe vergrößert, wird diese in solchem Grade langsamer schwingen, daß die genaue Kompensation auch hier stattfinden kann.

Fig. 33 zeigt die kompensirende Unruhe; e a und e b sind die Arme der Unruhe, welche die zwei Bogen a c und b d tragen, die mit der Achse der Unruhe koncentrisch sind und unweit ihrer Enden die Massen c und d tragen. Die Bogen a c und b d sind beide aus zwei Metallen von verschiedener Ausdehnungskraft zu-

sammengesetzt, wovon sich das Innere durch Wärme und Kälte weniger ausdehnt und zusammenzieht, als das Äußere. Aus dem, was weiter oben von der zusammengesetzten Metallstange gesagt ist, sieht man leicht ein, daß die Wärme die kompensirenden Substanzen c und d dem Mittelpunkte der Unruhe näher bringt; die Kälte bringt sie dagegen weiter vom Mittelpunkte weg, und durch diese Bewegung kann man die Wirkung der Temperaturveränderungen kompensiren. Die Kompensation wird stärker oder schwächer sein, je nachdem die kompensirenden Substanzen näher am oder weiter vom Ende der zusammengesetzten Bogen angebracht werden und je nachdem sie mehr oder weniger Gewicht haben. Je weiter die Massen c und d gegen das Ende der Bogen hin angebracht sind, desto größer wird ihre Bewegung durch die Veränderung der Temperatur, indem sie sich dem Mittelpunkte der Unruhe entweder nähern, oder sich von demselben entfernen, was dasselbe wäre, als wenn die Unruhe kleiner oder größer würde. Schwerere Massen bringen auch eine größere Kompensation hervor, als leichtere. Man sieht also, daß man im Stande ist, die Kompensation nach Bedürfniß stärker oder schwächer zu machen; und fände man z. B. die Kompensation zu stark, so hätte man nichts weiter zu thun, als die Massen c und d näher nach a und b zu bringen, oder sie zurückzuziehen. Wenn dagegen die Kompensation zu schwach wäre, so könnte man diesem Uebelstande dadurch abhelfen, daß man c und d vorrückte oder sie von a und b entfernte, und wäre dieß nicht hinreichend, so müßte man das Gewicht der kompensirenden Massen vermehren. Die Schrauben a und b oder o, o, welche in der Richtung der Arme der Unruhe angebracht sind, dienen zur Regulirung der Schnelligkeit; nähert man diese dem Mittelpunkte der Unruhe, so werden die Schwingungen schneller; entfernt man sie vom Mittelpunkte, so werden sie langsamer. Fig. 34 zeigt den Steg, worin die regulirende Schraube ange-

bracht ist; Fig. 35 zeigt sowohl den Steg, als die regulirende Schraube. Nur durch wiederholte Versuche und bisweilen langwierige Proben kommt man zu einer vollkommenen Kompensation.

Die kompensirenden Unruhen erfordern eine große Genauigkeit in der Ausführung. Die einander gegenüberliegenden Theile müssen genau von derselben Dicke und demselben Gewichte, und die zusammengesetzten Bogen durchaus koncentrisch mit der Achse der Unruhe sein. Diese müssen auch genau dieselbe Länge haben, und die kompensirenden Massen auf solche Weise angebracht sein, daß der Kreisbogen von der Mitte der einen Masse bis zur Mitte der andern genau die Hälfte von dem Umkreise der Unruhe ausmacht, oder, was dasselbe ist, die Massen müssen genau in denselben Durchmesser der Unruhe gestellt sein. Ohne diese Vorsichtsmaßregeln ist es unmöglich, daß die Unruhe ihr Gleichgewicht unter den verschiedenen Temperaturen bewahren könne; denn wenn man auch annimmt, daß das Gleichgewicht in der Mitteltemperatur gegeben sei, so wird die Ungleichheit in der Bewegung der Bogen bei einem andern Wärme- oder Kältegrade die eine der kompensirenden Massen dem Mittelpunkte der Unruhe näher bringen oder weiter davon entfernen, als die andere, und die Unruhe wird nicht mehr im Gleichgewichte sein, was den schädlichsten Einfluß auf den Gang der Uhr haben wird, besonders wenn sie getragen und folglich in vertikaler Lage gebraucht werden soll. Die kompensirenden Substanzen c und d werden, wie bereits erwähnt worden, von den kompensirenden Bogen getragen, und diese gehen in die Fuge oder Kerbe dieser Massen hinein, wie in Fig. 36 ersichtlich ist. Diese Fuge muß eine passende Breite haben, so daß kein Spielraum zwischen dem Bogen und der Masse besteht, obschon so viel Raum dennoch vorhanden ist, daß man ohne Anstrengung diese Masse längs dem Bogen bewegen kann. Fig. 36 zeigt auch die Schraube, welche die Masse an den Bogen heftet.

Hinsichtlich der Wahl der Metalle, aus welchen man die kompensirende Unruhe zusammengesetzt hat, ist es, wie schon bemerkt, richtig, zwei Metalle von einer höchst verschiedenen Ausdehnungskraft zu wählen, damit eine hinreichende Beweglichkeit in den Bogen verursacht und auf diese Weise die nothwendige Kompensation hervorgebracht werden kann. Stahl und Messing werden im Allgemeinen gebraucht, und wenn man den Stahl härtet, so erhält die Unruhe mehr Festigkeit, bewahrt besser ihre Form, und man ist nicht so sehr der Gefahr ausgesetzt, sie so leicht zu verbiegen, als diejenigen, welche nicht gehärtet sind. Mehrere Künstler haben die kompensirenden Bogen aus Platin und Messing zusammengesetzt; diese Methode aber, obgleich sehr gut, ist bis jetzt nicht allgemein geworden.

Es ist durchaus nothwendig, die beiden Metalle, welche die kompensirenden Bogen bilden, allenthalben genau zu vereinigen; denn fände nicht der vollkommenste Zusammenhang zwischen den beiden Metallen statt, so würde dieses Unregelmäßigkeit in ihren Bewegungen und folglich auch in dem Gange der Uhr veranlassen. Die Methode, das Messing um den Stahl herumzugießen, wird gewöhnlich in England gebraucht, und diese Methode ist gut; man kann aber auch das Messing mit Silberloth an den Stahl löthen, und diese Methode ist wenigstens eben so gut, wie die erstere, wenn man nur dafür sorgt, daß die Löthung, welche sich zwischen beiden Metallen befindet, gleiche Dicke im ganzen Umkreise der Unruhe habe.

Der Widerstand der Luft gegen die Kompensationsunruhe ist bedeutender, als gegen die gewöhnlichen Unruhen; jene haben größere Geschwindigkeit und bieten der Luft größere Widerstandsflächen dar, als die Unruhen, welche sich in gewöhnlichen Uhren befinden. Dieser Widerstand vermindert die Schwingungen so sehr, daß man, um denselben eine passende Ausdehnung zu geben, genöthigt wird, die bewegende Kraft zu vermehren, je nachdem die Unruhe größern Widerstand durch

die Luft erleidet. Doch sind wir nicht im Stande, diesen Widerstand auf einen überaus geringen Grad zurückzuführen, weder dadurch, daß wir der Unruhe einen kleinen Durchmesser geben, noch durch Verminderung ihrer Geschwindigkeit. Alles, was man thun kann, besteht darin, die Flächen der Kompensations-Unruhen, welche Widerstand leisten, so viel als möglich zu vermindern und sie scharf zu machen, damit sie die Luft desto besser durchschneiden können. Man vermindert den körperlichen Inhalt der kompensirenden und regulirenden Massen und also zugleich den Widerstand der Luft dadurch, daß man dieselbe aus einem Metalle von großem specifischem Gewichte verfertigt, aus Gold oder aus Platin, welches in dieser Rücksicht noch besser sein würde. Indem man den kompensirenden Massen die Gestalt giebt, welche in den Figuren 33 und 36 gezeigt ist, werden sie natürlich die Luft besser durchschneiden, als diejenigen, welche derselben eine breite Fläche entgegenstellen. Was die regulirenden Schrauben betrifft, so wird es gut sein, ihren Köpfen die Gestalt der Pendellinsen zu geben, oder sie wenigstens sehr flach zu machen und die Kanten abzurunden. Durch diese Mittel wird der Widerstand der Luft von geringer Bedeutung oder wenigstens sehr geschwächt sein.

Loseby's kompensirte Unruhe für Chronometer und Quecksilber-Kompensationspendel.

Ein anerkannter Mangel der gewöhnlichen kompensirten Unruhe besteht darin, daß, obgleich ein Chronometer für die extremen Temperaturvariationen vollkommen genau adjustirt ist, es dennoch schwierig ist, einen richtigen Gang für die zwischenliegenden Temperaturgrade zu erzielen; dieß beruht in dem Umstande, daß die Elasticität der Unruhfeder in einem stärkeren Verhältniß abnimmt, als in welchem die Wirkung der aus zwei Metallen zusammengesetzten Kompensationsstreifen

sich äußert. Bei Loseby's Chronometern ist diesem Mangel erfolgreich durch die Anbringung gläserner, gekrümmter Quecksilberröhren an der Unruhe abgeholfen worden, welche so konstruirt sind, daß, indem sich das Quecksilber durch Temperaturerhöhung ausdehnt, das Quecksilber und demzufolge der Schwingungspunkt sich in allmälig wachsendem Verhältnisse der Achse der Unruhe nähern.

Fig. 37 stellt eine derartige Kompensations-Unruhe in der oberen Ansicht und Fig. 38 im Aufriß dar. Mit dem Unruhestabe A sind die aus zwei verschiedenen Metallen zusammengesetzten Kompensationsringstücke B, B durch die Regulirungsschrauben C C verbunden; D D sind die Gewichte zur Adjustirung der gewöhnlichen Kompensation; E, E, die nach Loseby's Idee hinzugefügten supplementären gläsernen Kompensationsröhren. Mit F, F und G, G sind die zur Befestigung dieser Röhren an der Unruhe dienenden Theile bezeichnet. Zur Verbindung dieser Theile F und G dienen die Schrauben I, I; sie gestatten auch die Adjustirung der Hülfskompensation durch Auswärts- oder Einwärtsdrehen der Röhren, d. h. durch Aenderung ihrer Lage gegen die Radien der Unruhe. In der Praxis hat sich jedoch ergeben, daß die Röhren nach dem Maße stets so angeordnet werden können, daß sie die supplementäre Kompensation bis auf 0,5 Sekunden genau pro Tag bei Temperaturvariationen von 10 bis 110° F. (— 9 bis + 35° R.) ausführen; eine nachträgliche Aenderung wird daher selten erforderlich sein. Dieß ist ein wichtiger Umstand, die Erfindung vom Standpunkte des Fabrikanten aus betrachtet.

Die Schwierigkeit, auf welche man vor Anwendung des Quecksilbers als Kompensator stieß, wird man zum Theil verstehen, wenn man bedenkt, daß es, um bei allen Temperaturverhältnissen dieselbe Zeit zu halten, wesentlich erforderlich ist, die Wirkung der Kompensation innerhalb der ganzen Reihe von Temperaturgraden allmälig nach gewissem Verhältnisse stärker wer-

den zu lassen. Bei hinreichender Beweglichkeit der bisher üblichen Kompensationsstreifen, und wenn nicht ein geringer Grad von Reibung einen nachtheiligen Einfluß geäußert hätte, so wäre jene Forderung leicht zu erfüllen gewesen; bedenkt man jedoch, daß bei einem großen Büchsenchronometer die ganze Bewegung von 32 bis 100° F. (0° bis 30° R.) nicht mehr als $\frac{1}{250}$ Zoll (ohngefähr die Dicke eines Stückes Schreibpapier) beträgt und daß diese geringe Verschiebung des Gewichtes eine Zeitdifferenz von 360 Sekunden in einem Tage hervorbringt: so wird daraus ohne Weiteres die Unsicherheit einer Adjustirung, welche auf der Anwendung der Kompensationsstreifen fußt oder auf einer Verschiedenheit in den Bewegungsverhältnissen der Gewichte (D) beruht, erhellen. Nach einem Berichte des königlichen Astronomen von England über Versuche, welche mit der Loseby'schen Kompensation in Greenwich angestellt worden sind, und nach einer Uebersicht von Resultaten über 125 in den Jahren 1848 bis 1851 geprüfte Chronometer ist noch Folgendes anzuführen: Während der mittlere Fehler bei allen anderen Instrumenten 31,9 Sekunden (Differenz des größten und kleinsten Werthes überhaupt) und während einer Woche und der nächsten 19,6 Sekunden betrug, zeigte Loseby's Chronometer nur Fehler von resp. 14,4 und 5,9 Sekunden.

Loseby's verbesserte Konstruktion des Quecksilbergefäßes für Kompensationspendel Fig. 39 besteht darin, daß er an diesem Gefäße Stopfbüchsen anbringt, welche die Adjustirung des Gefäßes leicht gestatten. Die Pendelstange A trägt einen das Quecksilber enthaltenden Glascylinder B. Am obern und untern Ende desselben sind Stopfbüchsen C angebracht, in welche die Schrauben D eingeschraubt sind; die Regulirung wird durch die Schraubenmutter E bewirkt, für welche ein Schraubengewinde F am Ende der Pendelstange angeschnitten ist. Um das Zufüllen oder Ablassen des Quecksilbers bei der Adjustirung zu erleichtern, sind an beiden Enden des Cylinders kleine Schlußschrauben K, K angebracht.

Der genaueren Messung wegen ist an dem untern Ende der Pendelstange ein Nonius für die Skala zur Messung des Ausschlagwinkels angebracht.

(The pract. Mech. Journ. 1852, Mai, p. 30.)

Neue Kompensations-Unruhe, erfunden von John Hartnup, Direktor der Liverpooler Sternwarte.

Trotz der genauesten und gewissenhaftesten Ausführung lassen die Chronometer mit den gewöhnlichen Kompensations-Unruhen noch manches zu wünschen übrig. Jeder Chronometer wird, bevor er auf das Schiff gegeben wird, genau geprüft und kompensirt. Diese Kompensation wird besonders genau unternommen für diejenigen Temperaturen, denen der Chronometer am häufigsten ausgesetzt zu sein pflegt — die mittleren. Es zeigt sich dann meist, daß, wenn die Chronometer innerhalb dieser Temperatur auch hinreichend gute Dienste leisten, sie bei extremen Temperaturen nachgehen. Manche Uhrmacher kompensiren ihre Chronometer für extreme Temperaturen, und diese haben dann gewöhnlich den Nachtheil, daß sie in mittlerer Temperatur vorgehen.

Diese Fehler sind allerdings sehr unangenehm, doch könnten sie für die Praxis zum Theil dadurch unschädlich gemacht werden, daß der Schiffer zu seinem Chronometer eine genaue Gangtabelle unterhält, welche für jede tägliche Abweichung auch die Notiz der mittleren Temperatur des Beobachtungstags, oder wohl auch das Maximum und das Minimum dieses Tages enthält. Die Vergleichung bei der Angabe ergiebt dann sehr leicht, wie viel der Uhr noch fehlt, um vollkommen kompensirt zu sein, und dann kann eine leichte Korrektion für die Temperatur mit Zuverlässigkeit die Zeit ergeben, und somit die Sicherheit, die Länge zu finden, um ein Bedeutendes vermehren. So leicht eine solche Korrektion auch ist, so wird sie doch selten in Anwen-

dung gebracht, weil die Schiffsführer, besonders auf Handelsschiffen, entweder die Mühe scheuen, oder weil es ihnen an den nöthigen Kenntnissen fehlt.

Als im Jahre 1844 die chronometrische Abtheilung der Liverpooler Sternwarte, deren Direktor John Hartnup ist, eröffnet ward, benutzten sehr viele Kauffahrer, besonders Nordamerikaner, die ihnen so freigebig dargebotene Gelegenheit, um ihre Chronometer durch ihn prüfen zu lassen. Da kamen ihm die Klagen über die oben erwähnten Mängel sehr häufig zu Ohren. Er dachte viel darüber nach, wie man wohl die Kompensations-Unruhe abändern könne, daß damit die Chronometer besser gingen, und besonders bei extremen Temperaturen nicht nachgingen, und es erbot sich der Uhrmacher Herr William Shepherd zu Liverpool (Bath-Street No. 13) Unruhen nach den Angaben, die er machen würde, anzufertigen und sie dann von ihm prüfen zu lassen, wogegen er die Verpflichtung einging, wenn eine der versuchten Verbesserungen sich in der Praxis bewähren sollte, sie ohne Rückhalt zu allgemeinem Nutzen zu veröffentlichen. Vorläufige Berathungen mit Hrn. Shepherd führten zu den folgenden Resultaten:

1) Der Unruhring muß einen kreisbogenförmigen Durchschnitt haben, so daß seine Stahl- und Messinglamellen mit Leichtigkeit bis zu dem erforderlichen Grade hinuntergebogen werden könnten, und daß die Kompensation und das Abgleichen der Schwere eben so leicht, wie bei einer gewöhnlichen Unruhe, sich bewirken läßt;

2) die Unruhe muß so gestaltet sein, daß sich die Kompensations-Gewichte und der Kompensationsring bei den höchsten Temperaturen mit größerer Geschwindigkeit (also: im Verhältniß mehr) nach dem Mittelpunkte zu bewegen, während sie sich bei den niedrigen und niedrigsten Temperaturen mit verminderter Geschwindigkeit (also: im Verhältniß weniger) vom Mittelpunkte entfernen:

Diese beiden Punkte wurden nicht aus den Augen verloren, und es wurden nun mehrere Konstruktionen angegeben und ausgeführt, welche aber nicht das leisteten, was sie leisten sollten. Endlich kam Hr. Hartnup auf diejenige Konstruktion, deren Beschreibung hier folgen soll, und welche überwiegende Vortheile gegen alle früheren Konstruktionen zeigte. Das war schon im Jahre 1848. Herr Shepherd, der viele Chronometer verfertigt, konstruirt sie jetzt nur mit Hartnup'schen Unruhen, uud auch mehrere andere Chronometerverfertiger haben das neue Princip in Anwendung gebracht und sind mit den erreichten Resultaten sehr zufrieden. Wir geben hier die Beschreibung desselben.

In Fig. 40 besteht der Ring cd, cd außen aus einem Messing- und innen aus einem Stahlreifen, ebenso vereinigt, wie bei einer gewöhnlichen Unruhe; er unterscheidet sich nur dadurch von einem gewöhnlichen Unruhring, daß er unter einem Winkel von beiläufig 45° gekrümmt ist, wie der Aufriß Fig. 41 zeigt. Fig. 42 ist ein Durchschnitt von Fig. 40 nach der Linie A B. Die Arme a, a mit den Ohren a b, a b und ebenso die Arme b c, b c bestehen aus mit einander verbundenem Stahl und Messing, wie im Ringe; a, a hat das Messing oben; b c, b c haben den Stahl oben. Beide sind bei b, b fest mit einander verbunden; e e sind die Kompensationsgewichte, welche sich, wie bei einer gewöhnlichen Unruhe, verschieben lassen. Die Schrauben c, c und d, d sind Stellungsschrauben.

Die Wirkung der geneigten Stellung des Ringes ist folgende: die verschiedene Ausdehnung der mit einander verbundenen Streifen führt die Gewichte e e zum Mittelpunkte und von demselben ab, und eben so nach der gebogenen Gestalt des Ringes der Quere nach herauf und herunter. Diese Querbewegung vermindert die Wirkung des Ringes, die aber bei mittleren Temperaturen dadurch wieder bis zu ihrer richtigen Größe vermehrt wird, daß das Gewicht aus dem Ringe weiter vorwärts kommt, und die Unruhe nur für kleine Temperaturver-

änderungen kompensirt ist. Soweit ist die Wirkung dieser Unruhe nur wie die einer gewöhnlichen Kompensationsunruhe.

Um aber zu zeigen, wie sie bei äußersten Temperaturen wirkt, wollen wir zuerst den Fall äußerster Hitze annehmen. Die Enden der Arme a, a biegen sich nach unten, und die Enden der Arme c b, c b nach oben; die vereinte Wirkung beider Krümmungen ist, daß der gekrümmte Unruhring sich perpendikulärer zur Ebene der Unruhe stellt, woher denn nun durch die Wirkung des zusammengesetzten Ringes die Gewichte dem Nullpunkte mehr genähert werden, als es bei der weniger steilen Stellung der Fall gewesen wäre. Das bewirkt nun ein Verkürzen der Schwingungszeiten der Unruhe. Bei der gewöhnlichen Unruhe geht der Chronometer in äußerster Hitze nach; die neue Konstruktion bezweckt also, bei äußersten Temperaturen den Verlust an Zeit (the losing rate) wieder einzubringen.

Bei äußerster Kälte hingegen biegen sich die Enden von b, b nach unten, wegen der ungleichen Ausdehnung der Stahl- und Messingstreifen, aus denen der Balken zusammengesetzt ist. Die Wirkung ist: daß der gebogene Ring sich flacher stellte, also der Unruh-Ebene sich mehr nähert. Daher wird die Wirkung des Kompensationsringes die Gewichte e, e weniger vom Mittelpunkte entfernen, als bei einer gewöhnlichen Konstruktion, und die Unruhe wird rascher gehen. Während also ein Chronometer mit gewöhnlicher Kompensation bei äußerster Kälte verliert (nachgeht), wird die neue Unruhe dazu dienen, diesen Fehler wieder auszugleichen.

Es wurden nun drei Shepherd'sche Chronometer mit Hartnup'schen Unruhen Nr. 222, 228 und 230 während der Zeit vom 16. Januar bis 2. März 1848 in den verschiedensten Temperaturen geprüft. Die niedrigsten (Maximum + 1,3° C., Minimum — 0,5°) wurden erhalten, wenn das Thermometer außen an der Nordseite der Sternwarte aufgehängt war; die höheren Temperaturen wurden durch einen Heizapparat erhalten,

der mit Gas geheizt war, dessen Zufluß so geregelt werden konnte, daß man im Stande war, die Temperatur 24 Stunden lang bis auf etwa 2 — 3° C. konstant zu erhalten. Auf diese Art war einmal einen Tag lang der Chronometer einer Temperatur ausgesetzt, deren Maximum + 32,6° und das Minimum + 27,1° war.

Die ganze, 47 Tage umfassende, Beobachtungsreihe ist später in den monatlichen Nachrichten der königlich astronomischen Gesellschaft von Juni 1849 bekannt gemacht worden. Wir geben daraus einige Beobachtungen, welche zur Genüge den genauen Gang der Uhren nachweisen werden.

Datum.	Nummer der Chronometer von W. Shepherd 222.	228.	230.	Temperatur.	
	Tägliche Abweichung.			höchste	niedrigste
Jan. 16.	— 1,0 Sek.	— 1,4 Sek.	— 2,4 Sek.	+23,1° C.	+20,5° C.
17.	— 0,5	— 1,3	— 1,9	+24,4	+23,5
19.	— 1,9	— 0,2	— 1,0	+ 1,3	— 0,4
28.	— 0,2	— 0,9	— 2,2	+31,5	+28,0
29.	— 0,4	— 0,7	— 1,7	— 2,7	— 5,3
Feb. 9.	+ 0,8	— 0,1	— 1,6	+31,5	+27,1
18.	+ 0,7	— 0,1	+ 0,2	+ 2,7	0,4
März 2.	+ 1,4	+ 0,5	+ 0,4	+10,2	+ 8,0

Ein noch entschiedenerer Beweis für die Vorzüglichkeit der neuen Unruhe wurde dadurch gegeben, daß der Chronometer Nr. 222 zuerst mit einer gewöhnlichen Unruhe 11 Tage lang beobachtet wurde. Dann ward, ohne daß die Uhr gereinigt worden wäre, die Unruhe durch die neue ersetzt und damit 12 Tage lang andere Versuche angestellt. Wir heben auch aus der hierüber angelegten Tabelle einige recht schlagende Angaben heraus.

Chronometer Nr. 222			
mit gewöhnlicher Unruhe.		mit verbesserter Unruhe.	
Tägliche Abweichung in Sek.	Mittlere Temperatur.	Tägliche Abweichung in Sek.	Mittlere Temperatur.
— 9,0	+ 1,1° C.	— 2,9	+ 0,7° C.
— 3,7	+ 8,2	— 3,2	+ 8,7
— 1,7	+ 22,9	— 3,6	+ 24,9
— 5,6	+ 33,5	— 1,9	+ 29,8

Bei den Versuchen, aus denen diese Tabellen hervorgegangen sind, wurde die Temperatur oft absichtlich sehr schnell erhöht und dann auch manchmal eben so schnell erniedrigt. Wurden diese Versuche mit der neuen Unruhe angestellt, so konnte man deutlich wahrnehmen, daß, z. B. bei einer schnellen Temperaturerhöhung von 9 — 13° C., die Spirale viel rascher erwärmt ward, als die Unruhe selbst, was zur Folge hatte, daß die Uhr in den ersten Stunden 2 bis 3 Zehntel einer Sekunde mehr verlor, als es der Fall war, wenn sie derselben Temperatur dauernd ausgesetzt war. Veränderte man aber die Temperatur nur allmälig, etwa um 3,4° bis 4,4° in der Stunde, so zeigte es sich deutlich, daß Unruhe und Spirale ganz gleichmäßig erwärmt wurden, denn die Uhr behielt ihren gleichmäßigen Gang.

Alle diese Versuche stellen aufs unzweideutigste die Vorzüge ins Licht, welche die Hartnup'schen vor den früheren Kompensations-Unruhen haben.

Hr. Hartnup schließt seine Beschreibung mit folgenden Worten: „Ein Nachtheil der neuen Unruhe besteht offenbar nur in der größeren Mühe der Konstruktion; Hr. Shepherd meint, daß sie mindestens doppelt so viel Arbeit macht, als eine gewöhnliche Kompensations-Unruhe. Der Vortheil der neuen Unruhe besteht darin, daß, wenn sie für zwei entfernt liegende

Temperaturen kompensirt ist, z. B. für 60 und 90° F. (15,5° und 32,2° C.) oder für 30 und 60° F. (— 1,11° und + 15,5° C.), ich die Kompensation vollkommen gleich gefunden habe, sowohl bei der niedrigsten Temperatur, welche ich erhalten konnte, als auch bei der höchsten, in welche ich wagen konnte, den Chronometer zu bringen, und ebenso auch bei allen dazwischenliegenden Temperaturen. Ich habe Chronometer mit der neuen Unruhe Temperaturen bis zu 124° F. (51,1° C.) und herunter bis zu 20° F. (— 6,67 C.) ausgesetzt, und so oft sich ein Verlust bei dem einen Extrem zeigte, hat sich auch jedesmal ohne Ausnahme eine Neigung zum Gewinn (Vorgehen) beim andern Extrem gezeigt." (Polyt. Journ. Bd. 150. Heft 4. S. 254.)

Isochronismus der Unruhschwingungen rc.

Die Schwingungsbogen der Unruhe werden immer kleiner, je länger die Uhr geht; denn die Reibung wird durch Schmutz und Verdickung des Oeles vermehrt und hindert also das Räderwerk, seine ganze Kraft dem Regulator mitzutheilen, und selbst dieser erhält durch die Verdickung des Oeles an seinen Zapfen einen neuen Widerstand gegen die Bewegung, welches noch eine Ursache zur Verminderung der Schwingungsbogen ist. Die Erschütterungen, denen eine Taschenuhr beim Tragen ausgesetzt ist, oder welche die Längenuhren auf der See aushalten müssen, wirken auch mehr oder weniger auf die Schwingungen der Unruhe und verändern mehr oder weniger die Ausdehnung der Schwingungsbogen der regulirenden Unruhe. Diese Veränderungen in der Ausdehnung der Schwingungsbogen sind der vollkommenen Regelmäßigkeit im Gange derjenigen Uhren, welche zu einer genauen Zeitmessung bestimmt sind, überaus schädlich. Zwei talentvolle Männer, Pierre le Roy und Ferdinand Berthoud, haben dieses Hinderniß gehoben und uns die Mittel angegeben, die gro-

ßen und kleinen Schwingungen der Unruhe von gleicher Dauer, d. h. isochronisch zu machen.

Der passende Isochronismus der Schwingungen der Unruhe ist die Grundlage für die Genauigkeit der Längenuhren. Die beiden berühmten Künstler, denen wir die Entdeckung der Eigenschaft verdanken, daß die Spiralfeder isochronisch wird, sind auf verschiedenen Wegen zu demselben Ziele gelangt. Pierre le Roy's Methode wendet man am häufigsten an. Diese gründet sich darauf, daß eine sehr kurze Spiralfeder, die in ihrer ganzen Länge von gleicher Dicke ist, unter den Schwingungen der Unruhe in einem weit stärkeren Verhältnisse gespannt wird, als eine längere; die größeren Schwingungsbogen werden demnach in kürzerer Zeit vollendet, als die kleineren. Eine sehr lange Spiralfeder dagegen wird durch dieselben Schwingungen weit weniger oder in einem weit geringeren Verhältnisse gespannt, als die erste, und dadurch werden die großen Schwingungen langsamer vollendet, als die kleineren. Zwischen diesen beiden Längen giebt es aber eine Mittellänge, wo die großen und kleinen Schwingungen von gleicher Dauer sind, und in der Wirklichkeit hat die Erfahrung dieses vollkommen bestätigt. Ferdinand Berthoud's Methode, die Spiralfeder isochronisch zu machen, gründet sich auf ein ganz anderes Princip, als das vorhergehende, indem hier der Isochronismus durch die Form der Spiralfeder und nicht durch ihre Länge erreicht wird. Ferdinand Berthoud machte die Gänge der Spiralfeder verhältnißmäßig dünner, wie ein Peitschenband, je nachdem sie sich weiter von dem Mittelpunkte entfernten. Durch dieses Mittel konnte eine kürzere Spiralfeder, als diejenige le Roy's, auch isochronisch werden.

Beide Methoden können mit Nutzen angewandt werden; überall aber, wo man le Roy's Verfahren anwenden kann, verdient dieses wegen des Vortheils, einen Faden von gleicher Dicke anwenden zu können, vorgezogen zu werden. Bei Taschenuhren, deren Gestalt

nicht immer den Gebrauch einer sehr langen Spiralfeder erlaubt, kann man genöthigt werden, sich zu Berthoud's Methode zu wenden. Bei der Ausführung stößt man aber auf die damit verbundene große Schwierigkeit, die Dicke des Spiralfederdrahtes in einem genauen und durchaus passenden Verhältnisse zu vermindern.

Die Gestalt der Spiralfeder in Längenuhren ist in Fig. 43 und 44 gezeigt, wo man sieht, daß die Spiralfeder cylindrisch ist. Auf diese Weise sind die Umgänge der gegenseitigen Berührung weniger ausgesetzt, wenn die Schwingungen überaus groß sind. Der Uhrmacher kann auch diese Art Spiralfedern leichter selbst anfertigen, als diejenigen, welche ganz flach sind *). Die Spiralfedern in Längenuhren werden gewöhnlich aus Gold, oder aus Stahl gefertigt. Wenn man Stahl gebraucht, kann man diesen entweder mit Hülfe des Feuers härten, oder ihn auch dadurch hart machen, daß man ihn kalt streckt. Am häufigsten härtet man den Stahl nicht mit Hülfe des Feuers, sondern macht ihn nur durch kaltes Strecken hart, wo die Erfahrung gelehrt hat, daß er auf diese Weise, durch Zusammenpressung, die durchaus nothwendige Schnellkraft oder Elasticität erhält. Bei dem Härten der Spiralfeder mit Hülfe des Feuers muß man nämlich fürchten, sie spröde zu machen, welcher Furcht man überhoben ist, wenn man sie durch Strecken hart macht. Die Art, die Spiralfedern von Stahl zu machen, ist die leichteste und kürzeste, weil man den großen Vortheil hat, sich flachen und hart gezogenen Draht zu Spiralfedern von allen Maßen verschaffen zu können. Urban Jürgensen bedient sich jedoch des sechszehn- bis achtzehnkarätigen Goldes zu den Spiralfedern und hat gefunden, daß sie an Schnellkraft dem ungehärteten Stahle nicht nachstehen. Dergleichen

*) Eine Form, die den Spiralfedern mehr Schnellkraft und der Unruhe während der Schwingungen mehr Freiheit giebt, als irgend eine andere, scheint die sphärische Form zu sein.

Spiralfedern gewähren unter andern den großen Vortheil, daß sie nicht von dem Roste angegriffen werden können, welches mit den stählernen Spiralfedern in Seeuhren fast immer früher oder später geschieht.

Durch Versuche, auf einem Instrumente angestellt, welches dazu dient, die größere oder geringere Schnellkraft der Spiralfedern zu bestimmen, hat man gefunden, daß diejenigen, welche von achtzehnkarätigem Golde sind (wenn dasselbe einen Zusatz von reinstem Kupfer hat und auf die allgemein bekannte Weise gezogen ist), ihre Schnellkraft völlig bewahren, obgleich sie einer sehr großen Spannung, bis 300 Grad und selbst darüber, unterworfen werden.

Dieses ist nicht in demselben Grade mit Spiralfedern von kalt gezogenem Stahle der Fall. Man muß daher die stählernen Spiralfedern härten und sie blau anlaufen lassen, um ihnen eine große Schnellkraft zu geben.

Zu bemerken ist indessen noch, daß die goldenen Spiralfedern schwere kompensirende Massen an der Unruhe erfordern, um die größere Ausdehnung und Zusammenziehung zu berichtigen, welche sie, in Vergleich mit den stählernen, durch Wärme und Kälte erleiden.

Die genaue Länge der Spiralfeder kann im Allgemeinen nicht vorher bestimmt werden, da sie nicht allein von der Größe und dem Gewicht der Unruhe, sondern auch von der Stärke der Zapfen und Form der Löcher abhängig ist. Ein für diesen Zweck annähernd richtiges Verhältniß ist, daß man die Größe oder den Durchmesser der cylindrischen Spiralfeder gleich $\frac{1}{3}$ des Durchmessers der Unruhe annimmt und dann derselben acht bis neun Umgänge giebt.

Wegen mangelnder Höhe in der Uhr kann man gezwungen sein, weniger Umgänge zu nehmen; alsdann muß aber der Durchmesser der Spiralfeder verhältnißmäßig größer sein, da man von einer gewissen Länge nicht abweichen darf. Die ganze Länge mag dann reich-

lich das Neunfache des Durchmessers der Unruhe betragen. Für die flache Spiralfeder nach Breguet ist es von Vortheil, derselben 10 — 11 Umgänge zu geben und ihre Größe so zu wählen, daß sie 1 — $1\frac{1}{2}$ Umgang der Windungen über den halben Durchmesser der Unruhe mißt.

Die Erfahrung hat uns gelehrt, daß die cylindrischen Spiralfedern zur Herstellung des Isochronismus geeigneter sind, als diejenigen, deren Umgänge in einer Ebene liegen, da die Umgänge einer cylindrischen Spiralfeder in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte derselben liegen und folglich die Bewegung der Umgänge bei jeder Größe der Unruhschwingungen unter sich gleichmäßig ist.

Von den flachen Spiralfedern ist diejenige von einer großen Anzahl dicht gelegter Umgänge zum Isochronismus geeigneter, als eine Spiralfeder von derselben Länge, aber von weniger dicht gelegten Umgängen, weil die Spiralfeder, deren Umgänge sich weniger weit vom Mittelpunkte derselben entfernen, während ihrer Thätigkeit mehr Gleichmäßigkeit in der Biegung der Umgänge äußert, als eine Spiralfeder, deren Umgänge in einem größern Umkreis vertheilt sind.

Dem berühmten Breguet, welcher der Sache viel Fleiß gewidmet hat, verdanken wir die Erfindung, eine flach gelegte Spiralfeder für den Isochronismus anwendbar zu machen, da man wegen der geringen Höhe vieler Uhren von der Benutzung einer cylindrischen Spiralfeder abstehen muß. Breguet's Erfindung besteht darin, den äußeren Umgang der Spiralfeder wiederum dem Mittelpunkte zu nähern, und es bestätigt sich, daß dieses eine ausgezeichnete Wirkung für die gleichmäßige Biegung der Umgänge der Spiralfeder während ihrer Thätigkeit hervorruft.

Die Form einer cylindrischen Spiralfeder zeigt Figur 45 und diejenige nach Breguet Fig. 46 in mehrfach vergrößertem Maßstabe. Fig. 45 stellt in a das

obere und in b das untere Ende dar und zeigt, wie dieselben ihre Biegung zum Punkte der Befestigung bekommen müssen. Es ist sehr anzuempfehlen, daß die Befestigung der Enden einer solchen Spiralfeder in der Spiralrolle (virole), welche in Fig. 47 von der Seite und von oben gesehen dargestellt ist, und in dem Spiralklöbchen (piton), welches Fig. 48 und 49 von zwei Seiten veranschaulicht, in der nämlichen Entfernung vom Mittelpunkte der Spiralfeder statt habe, als wo die impulsgebende Kraft sich auf den Hebel der Unruhe äußert. Die Befestigungspunkte der Spiralfeder können demnach bei den freien Hemmungen für Chronometer durch die Größe der Scheibe bestimmt werden. Hierdurch wird nämlich eine Gleichmäßigkeit in der Bewegung der Spiralfeder während ihrer Thätigkeit erzielt werden, da die Uebertragung der Kraft auf sie in gleicher Entfernung von ihrem Mittelpunkte, als wo dieselbe auf den Hebel ertheilt wird, stattfindet. Ferner ist zu berücksichtigen, daß die zu befestigenden Enden der Spiralfeder miteinander entweder auf ein und dieselbe, nach dem Mittelpunkte der Spiralfeder gedachte gerade Linie, oder rechtwinkelig zu einander zu stehen kommen, oder, was dasselbe ist: daß die Endungen der Spiralfeder gerade übereinander stehen, oder sich im rechten Winkel zum Mittelpunkte befinden müssen. Dieses gilt ebenfalls für flachgelegte Spiralfedern. Die Erfahrung hat gelehrt, daß eine solche Stellung der Endungen der Spiralfeder zu einander auf das Reguliren der Uhr einen wesentlich guten Einfluß ausübt.

Anfertigung der cylindrischen Spiralfeder.

Als Material für cylindrische Spiralfedern wähle man einen glattgezogenen, feinpolirten sogenannten Spiraldraht, den man sich in allen möglichen Stärken verschaffen kann, und fertige nun aus Messing einen Cylinder, dessen Durchmesser gleich $\frac{1}{3}$ des Durchmessers der

Unruhe und ungefähr doppelt so lang sein muß, als die zu fertigende Spiralfeder Höhe erhalten soll. In diesen Cylinder bohre man nahe an jedem Ende ein Loch, schneide Schraubengewinde ein und bringe zwei Schrauben an. Dann setze man den Cylinder auf einen Drehstift im Drehstuhl und befestige die Enden von zwei Spiraldrähten mittels der einen Schraube am Cylinder, winde die beiden Drähte neben einander recht fest auf und befestige dann vermöge der am andern Ende des Cylinders befindlichen Schraube die beiden Enden der Drähte.

Oft ist für die bestimmte Anzahl Umgänge der Spiralfeder der Raum zu beschränkt, als daß zwischen den Umgängen noch ein Zwischenraum gleich der Breite des Drahtes bleiben könnte. In diesem Falle ist es nothwendig, neben den für die Spiralfeder bestimmten Draht einen andern viel schmälern Draht auf den Cylinder aufzuwinden. Ergiebt sich nun, daß die für die Spiralfeder bestimmten Umgänge mit der für dieselbe vorhandenen Höhe übereinstimmen, so ist die Spiralfeder folgendermaßen zu härten:

Man verschließe den Cylinder dicht in einen mit feinem Kohlenstaub gefüllten Eisenblechkasten, erwärme diesen in einem Kohlenfeuer so lange, bis man überzeugt ist, daß der darin befindliche Cylinder rothglühend ist, öffne dann schnell den Kasten, nehme den Cylinder heraus und führe ihn schnell und möglichst senkrecht ins Wasser. Hierauf schleife man die Windungen der Spiralfeder oben über rein, was mit ganz weichem Holze und etwas zerriebenem, groben Roth geschehen kann, und polire sie dann mit etwas feinerem Roth, löse darauf die beiden Schrauben und nehme die Spiralfeder ab.

Nun schleife und polire man die Windungen inwendig mit weichem Holz und Roth auf einem Kork, nehme einen andern Cylinder, als den, worauf die Spiralfeder gehärtet wurde, der jedoch um ein Geringes stärker sein muß, als ersterer, und bringe die Spiralfeder darauf, setze dann den Cylinder auf ein Anlaß-

blech und halte dieses so lange über die Spiritusflamme, bis die Spiralfeder hübsch blau angelaufen ist, und lasse dann das Ganze langsam abkühlen.

Ist dieses geschehen, so sind noch die Enden in die für die Spiralfeder bestimmte Form zu biegen. Hierzu muß eine Zange mit einer hohlen und einer erhabenen Backe vorräthig sein. Hohlung oder Bogen der Backen muß etwas kleiner sein, als der Bogen der jener Spiralfeder zu gebenden Biegung. Nun führe man eins der zu biegenden Enden der Spiralfeder in die Zange und halte letztere etwas nach hinten von der Stelle ab, wo die Feder eingeklemmt ist, so lange über die Spiritusflamme, bis die Backen vorn blau werden, dann lasse man sie abkühlen, und das Ende der Feder wird die für dasselbe bestimmte Biegung erhalten haben. Im Falle die Biegung noch nicht richtig sein sollte, muß man die Behandlung noch ein oder mehrere Male wiederholen. Auf ganz gleiche Weise behandele man dann das zu biegende zweite Ende der Spiralfeder.

Auf solche Weise hergestellte Spiralfedern sind jedenfalls die vorzüglichsten; man wird aber auch schon eine recht brauchbare Spiralfeder erhalten, wenn man den Spiraldraht durch Ziehen so hart wie möglich macht, ihn dann fein polirt, auf den Cylinder windet und blau anläßt. Zu diesem Zwecke ist aber der Cylinder etwas kleiner als sonst zu wählen, da sich die Spiralfeder, nachdem sie gelöst ist, wieder etwas auseinander giebt; auch muß eine so hergestellte Spiralfeder jedenfalls, nachdem die Uhr damit einige Zeit gegangen ist, untersucht werden, da sie in der Regel in der ersten Zeit ihrer Thätigkeit noch ein wenig nachläßt.

Um eine schöne und gute Spiralfeder herzustellen, bedarf es unbedingt einer sehr sorgfältigen Behandlung und Gewandtheit in der Arbeit.

Die Herstellung der Biegung an der flachen Spiralfeder à la Breguet.

Da man bei der Spiralfeder die genaue Länge zum Voraus nicht bestimmen kann, so biege man, nachdem sie die ungefähre Länge erhalten hat, den äußern Umgang etwas in die Höhe und lege denselben in einen solchen Bogen um den Mittelpunkt der Spiralfeder, wie solchen die Entfernung des Befestigungspunktes im Spiralklöbchen im Mittelpunkte verlangt, befestige letztere, setze sie auf die Unruhe und untersuche, ob die Schwingungen der Unruhe die bestimmte Geschwindigkeit haben.

Im Falle etwaiger Abweichung muß die Länge der Spiralfeder verändert werden, bis die Schwingungen einigermaßen berichtigt sind. Hierauf ist die Biegung des äußern Umganges der Spiralfeder nach Maßgabe der in Fig. 46 dargestellten Form auszuführen.

Um dieses Knie herzustellen, nehme man eine recht kräftige Kornzange, lege die Spiralfeder auf eine Horn- oder Elfenbeinplatte, fasse sie an der Stelle, wo die Biegung gemacht werden soll, recht fest mit der Zange an und ziehe mit einer andern Zange das Ende vorsichtig und gerade in die Höhe. Auf diese Weise wird man die erste Biegung erhalten.

Nun fasse man die Spiralfeder an der Stelle, wohin die zweite Biegung kommen soll, und biege das Ende vorsichtig gerade herunter. Hiermit wird das Knie gebogen sein. Die übrige Biegung ist nach der in Figur 46 dargestellten zu vollenden.

Um im Biegen einer solchen Spiralfeder die nöthige Gewandtheit zu erlangen, ist es von großem Nutzen, sich an schlechten Spiralfedern einige Zeit zu üben, da in der Regel die ersten Versuche mißlingen. —

Drittes Kapitel.

Von der Triebkraft*).

Um den Verlust der Bewegung des Regulators in den Uhren zu ersetzen, welcher durch die Reibung und den Widerstand der Luft entsteht, theilt man dem Regulator durch eine Reihe von Rädern und Getrieben, die eine zunehmende Geschwindigkeit haben, und durch die Hemmung eine äußere Kraft mit, die bewegende Kraft oder die Triebkraft. Diese Kraft muß hinreichend groß sein, um die Trägheit der bewegenden Theile, den Reibungswiderstand, welchen die verschiedenen Theile der Uhr erleiden, zu überwinden, und um die Geschwindigkeit der Bewegung zu unterhalten, welche man von dem Regulator fordert. Nur durch Versuche oder durch Erfahrung kann man genau die Größe der bewegenden Kraft für eine Uhr bestimmen. Es ist nämlich schwierig, die Größe des Reibungswiderstandes des Räderwerkes, der Hemmung des Regulators, sowie die Trägheit der bewegenden Theile anzugeben; folglich ist es

---

*) Urban Jürgensen's höhere Uhrmacherkunst, Kapitel 4; **Moinet, Traité d'horlogerie etc., P. II. chap. 3, p. 180.**

nur bis zu einem gewissen Grade möglich, die Kraft durch Berechnung ausfindig zu machen, welche erforderlich ist, um dieselbe zu überwinden.

Die bewegende Kraft wird entweder durch die Schwerkraft, oder durch die Schnellkraft, d. h. entweder durch Gewicht oder durch Federn hervorgebracht. Die Gewichte können nur in feststehenden Uhren angewendet werden, die Federn in denjenigen, welche Erschütterungen ausgesetzt sind. Jene wirken durch eine Schnur, die um eine Walze geht, welche mit dem ersten Rade der Uhr in Verbindung gesetzt ist. Die Wirkung des Gewichtes ist immer dieselbe; die bewegende Kraft, durch dieses Mittel hervorgebracht, muß für die gleichförmigste gelten, und Gewichte verdienen den Federn in allen Fällen vorgezogen zu werden, wo man sie nur gebrauchen kann. In Taschenuhren kann man nur Federn anwenden, welche entweder unmittelbar oder vermittelst eines dazwischen kommenden abgekürzten Kegels, der sogenannten Schnecke, auf das Räderwerk wirken.

Die Konstruktion einer Federuhr ist gewöhnlich so, daß die größte Gleichheit der bewegenden Kraft eine nothwendige Bedingung für den regelmäßigen Gang wird. In diesem Falle ist es durchaus nothwendig, die Schnecke zu gebrauchen. Bei Seeuhren hat man sich im Allgemeinen ohne Ausnahme bestrebt, die strengste Gleichheit in der bewegenden Kraft hervorzubringen, und zu dem Ende gebraucht man als Berichtigungsmittel die Schnecke, auf welcher das erste Rad angebracht ist, um die Kraft der Feder bis zum Räderwerke zu verpflanzen. Die Schnecke hat die Gestalt eines abgekürzten Kegels, und die Feder theilt derselben ihre Wirkung durch eine Kette mit, die sich in einer spiralförmigen Rinne, welche in die Oberfläche der Schnecke eingeschnitten ist, auf- und abwickelt. Wenn die Feder gespannt ist, wirkt sie auf den Theil der Schnecke, welcher ihrer Achse am nächsten ist, oder auf einen kurzen Hebel; allmälig aber, wie die Feder beim Abwickeln ihre Spannung oder Kraft verliert, erstreckt sich ihre Wirkung auf die Theile der

Schnecke, welche verhältnißmäßig weiter von der Achse entfernt sind, oder auf längere Hebel. Auf diese Weise sieht man ein, daß man durch eine zweckmäßige Form der Schnecke, oder durch die Bestimmung der Länge dieser Hebel nach der stets abnehmenden Kraft der Feder die Wirkung derselben ganz gleich oder gleichmäßig machen kann.

Die Erfahrung hat uns indessen gezeigt, daß es keineswegs durchaus nothwendig ist, eine Schnecke anzuwenden, um den Gang einer Seeuhr regelmäßig zu machen, und daß man derselben alle Regelmäßigkeit, welche sich nur wünschen läßt, geben kann durch den Gebrauch eines Zahnfederhauses, das man auf das erste Getriebe des Räderwerkes wirken läßt. Diese Art bietet durch ihre Einfachheit große Vortheile dar, und man ist auf diese Weise auch der Uebelstände überhoben, welche von dem zusammengesetzten Mechanismus mit der Schnecke und der Hülfskraft fast unzertrennlich sind, sowie auch der Gefahr, daß die Kette springe.

Man kann übrigens eine beinahe vollkommene Gleichmäßigkeit durch das Zahnfederhaus erhalten, wenn die Uhr nach einem solchen Plane gearbeitet ist, daß das Federhaus einen großen Durchmesser hat; denn in diesem Falle kann man eine sehr lange Feder gebrauchen, die viele Umgänge um den Federstift macht. Von diesen Umgängen braucht man nur wenige für den Gang der Uhr, und es wird daher einleuchtend, daß der Unterschied in der bewegenden Kraft, wenn die Uhr aufgezogen und wenn sie beinahe abgelaufen ist, nicht groß sein kann, und daß dieser Unterschied desto geringer sein wird, je länger die Feder ist, welche die bewegende Kraft abgiebt. Diese langen und biegsamen Federn gewähren überdieß den Vortheil, daß sie besser ihre Schnellkraft bewahren und weniger leicht zerbrechen, als die starken und kurzen Federn, welche man gewöhnlich in Uhren mit Schnecken gebraucht. Diese letzte Eigenschaft der Feder ist von großem Werthe, besonders in einer Seeuhr, denn wenn die Feder in dieser springt, so wird der

Seefahrer dadurch aller Vortheile eines auf Reisen so wichtigen Instrumentes beraubt.

Durch die angegebenen Mittel wird man sich in den Stand gesetzt sehen, die Ungleichheit der bewegenden Kraft bis auf einen geringen Grad vermindern zu können; man erreicht es aber doch nicht völlig, die Ungleichheit ganz zu heben. Es ist einleuchtend, daß die Feder mit etwas größerer Kraft wirken wird, wenn die Uhr eben aufgezogen ist, und daß sie dagegen verhältnißmäßig etwas schwächer wirken wird, wenn sie sich während des Ganges der Uhr allmälig abwickelt. Indessen hat diese geringe Ungleichmäßigkeit der bewegenden Kraft keinen weitern Einfluß auf den Gang eines Chronometers oder einer Seeuhr, vorausgesetzt, daß man die Spirale oder die regulirende Feder gehörig isochronisch macht, denn dann werden die größeren oder geringeren Schwingungsbogen des Regulators oder der Unruhe in gleichen Zeiten vollendet werden und also keine Veränderung im Gange der Uhr bewirken.

Theorie der Haupt- oder Triebfeder einer Taschenuhr; von Alex. Young zu Camden in den Vereinigten Staaten.

Fig. 50 ist die vergrößerte Skizze von dem Quadranten der Federtrommel einer Taschenuhr. Dieser Quadrant ist in neun gleiche Räume getheilt, von denen acht die Theorie der Federwirkung zeigen. Der centrale Raum ist für die Spindel oder den Stift bestimmt und hat ein Drittel von dem Durchmesser der Trommel. Unter der Figur befindet sich ein Maßstab von 24 gleichen Theilen, welche der Dicke der Feder entsprechen, die nach ihrem Verhältnisse zu dem Durchmesser der Trommel bestimmt wird; wir wollen annehmen, dieses Verhältniß sei 72 : 1. Zwei Windungen der Feder, die in dem äußern Raume befindlich sind, werden denselben alsdann ausfüllen, und wenn sie auf die Spindel aufgewickelt

ist, so wird sie den inneren Raum ausfüllen und fünf Windungen machen. Wenn die Feder, wie gewöhnlich, an der Trommel und Spindel befestigt ist, so veranlaßt sie drei Umdrehungen, um sich wieder zu ihrer ersten Stellung auszudehnen. Neunzehn Windungen werden die sieben äußeren Räume ausfüllen; und wenn die Feder aufgezogen ist, so werden die sieben inneren Räume 22 Windungen enthalten; sie haben dieselbe Differenz und dieselben Umdrehungen wie oben, jedoch mit größerer Kraft und mit einer gleichförmigeren Wirkung. $9\frac{1}{6}$ Windungen werden die vier äußeren Räume ausfüllen, und wenn die Feder aufgezogen ist, so werden die vier inneren Räume $5\frac{2}{3}$ Windungen mehr enthalten. Die Feder hat die größte Wirkung, wenn sie vier Räume oder die Hälfte von der Trommel füllt; wenn sie sich bis zur Mitte des fünften Raumes ausdehnt, so verliert sie $\frac{1}{16}$; bei einer Ausdehnung bis zu den ganzen fünf Räumen geht $\frac{1}{4}$ von einer Umdrehung verloren, allein die Feder gewinnt an Kraft und überträgt dieselbe gleichförmiger. Ein Maßstab für irgend eine Dicke der Feder kann an derselben Figur angebracht werden.

Die folgende Tabelle giebt die Halbmesser der Kreise an, welche die Federtrommel in neun gleiche Räume theilen; ebenso die dadurch bewirkten Umdrehungen, die gleich der Anzahl von Windungen sind, welche die Feder, wenn sie auf der Spindel aufgezogen ist, über die Zahl hinaus hat, wenn sie gegen die Peripherie ausgedehnt ist.

Halbmesser der Kreise.	Umdrehungen.	Halbmesser der Kreise.	Umdrehungen.
36,000	—	25,455	5597
33,940	2910	24,000	5392
31,754	4531	20,777	4531
29,392	5392	16,970	2910
28,142	5597	12,000	—
26,832	5664	—	—

Fig. 51 zeigt die Form der Kaliberzirkel mit Sektor. Die langen Schenkel sind 4 Zoll lang und von

dem Mittelpunkte des Charniers beiderseits in 100 gleiche Theile getheilt; die 60, 70 und 80 gegenüber befindlichen Theilungen sind mit 4, 5 und 6 bezeichnet und entsprechen der Anzahl der Trommelumgänge. Eine Klammer nebst Stellschraube gestattet eine Oeffnung des Zirkels bis zu 1 Zoll. Die kurzen Schenkel des Zirkels sind 0,4 Zoll lang und öffnen sich bis auf 0,1 Zoll, oder wie 10 zu der Entfernung zwischen zwei entsprechenden Zahlen auf den langen Schenkeln des Zirkels.

Die folgende Tabelle zeigt, wie viele Umdrehungen der Trommel durch verschiedene Dicken der Feder hervorgebracht werden. Es ist ein Abzug für die Befestigung der Enden und für den weichen Theil der Feder gemacht, der sich nicht von der Spindel abwickelt; dieser Abzug kann $\frac{1}{3}$ Umlauf für eine Feder von $\frac{1}{80}$, und $\frac{3}{4}$ Umlauf für eine solche von $\frac{1}{60}$ des Durchmessers betragen.

Windungen der Feder zu dem Durchmesser der Trommel.	Umdrehungen nach der Theorie.	Umdrehungen nach dem Experiment.
60	4,72	4,0
62	4,88	4,2
64	5,04	4,4
66	5,19	4,6
68	5,35	4,8
70	5,51	5,0
72	5,66	5,2
74	5,82	5,4
76	5,98	5,6
78	6,14	5,8
80	6,30	6,0
82	6,46	6,2
84	6,61	6,4.

Um eine Feder für irgend eine Anzahl von Umdrehungen der Trommel auszuwählen, öffne man den Sektor bis zum Halbmesser der Trommel an der Zahl der Skala für die erforderlichen Umdrehungen, und es wird alsdann die Oeffnung der kurzen Schenkel genau fünf Windungen der Feder von passender Dicke zulassen.

Um das Gewicht einer Feder für irgend eine Größe der Trommel zu finden, nehme man den innern Durchmesser derselben in Hunderttheilen eines Zolles ab, welches dadurch geschieht, daß man den Sektor auf die Länge des Durchmessers öffnet; man lege dann die Trommel zwischen die langen Schenkel an die den Hunderttheilen gegenüberstehenden Zahlen der andern Skala, welche alsdann den Durchmesser angeben werden. Die Breite der Feder wird auf dieselbe Weise bestimmt. Man suche alsdann in der folgenden Tabelle den Durchmesser der Trommel auf, multiplicire die demselben gegenüberstehende Zahl mit der Breite der Feder, so erhält man das Gewicht in Troy-Grains für eine Feder, welche $\frac{9}{16}$ der Trommel ausfüllt. Die Tabelle wird so konstruirt, daß man die Oberfläche der Spindel von der Oberfläche der Trommel in Hunderttheilen eines Zolles abzieht; $\frac{9}{16}$ des Restes multiplicirt mit 19,000 (Grains, welche 1 Kubikzoll Uhrfeder wiegt) geben die Zahlen in der Tabelle. Wenn die Spindel weniger als $\frac{1}{3}$ von der Trommel ausmacht, so schließen die kurzen Schenkel des Zirkels dicht an, und die Feder hat ihr volles Gewicht; ist die Spindel aber stärker, so schließen die Zirkelschenkel nicht dicht an, und die Feder hat ein etwas zu geringes Gewicht.

Tabelle des Trommeldurchmessers in Hunderttheilen eines Zolles.

1,86	50	2,60	59	3,45	68
1,94	51	2,69	60	3,55	69
2,02	52	2,78	61	3,65	70
2,10	53	2,87	62	3,76	71
2,18	54	2,96	63	3,87	72
2,26	55	3,05	64	3,98	73
2,34	56	3,15	65	4,09	74
2,42	57	3,25	66	4,20	75
2,51	58	3,35	67		

Gewicht der Feder in Troy-Grains für jeden Hundertheil eines Zolles in der Breite.

Die nächste Tabelle ist nach den Versuchen mit einer $\frac{12}{100}$ Zoll breiten Feder konstruirt, welche 5 Räume oder $\frac{5}{9}$ einer Trommel von $\frac{67}{100}$ Zoll Durchmesser ausfüllt, deren Federdicke $\frac{1}{78}$ beträgt und 45 Grains wiegt. Um die Trommel wurde die Kette gewickelt, welche mit einer Schale für Gewichte versehen und an der Spindel befestigt war, worauf durch Einlegen von Gewichten die Kette sich abwickelte. Das zu jeder Umdrehung erforderliche Gewicht wurde bemerkt und in die Tabelle eingetragen.

Zugkraft in Unzen Troy-Gewicht *).

	5 Räume gefüllt.	4½ Räume gefüllt.	4 Räume gefüllt.
	9	8	7¼
	12	11	10¼
	14	13	12¼
	16	15	14¼
	18	17	16¼
Summa	69	64	60¼
Zahlumdrehungen	5⅜	5⅝	5 6/8

Die Feder wurde alsdann herausgenommen und ihre Länge reducirt, indem man 4½ Grains abbrach. Nun wurde sie wieder befestigt und das vorige Verfahren wiederholt, wodurch die zweite Kolonne der Tabelle entstand. Es wurden alsdann weitere 4½ Grains abgebrochen, so daß nun die Feder noch 36 Grains wog. Das wie vorher angewandte Gewicht gab die Zahlen der dritten Kolonne in der Tabelle, woraus man die

*) 1 Unze Troy-Gewicht = 480 Grains.

Stärke der Federn am Ende einer jeden von den fünf Umdrehungen ersieht, sowohl wenn sie 5, als wenn sie $4\frac{1}{2}$ oder 4 Räume ausfüllt. Die Summe jeder Kolonne giebt das Gewicht an, welches auf eine der Peripherie der Trommel gleiche Höhe emporgehoben worden ist. Die größte Kraft wird erlangt, wenn die fünf Räume ausgefüllt sind; mit 4 werden freilich fünf Umdrehungen noch vollständig ausgeführt werden, allein sie sind nicht hinreichend, um den Kraftverlust auszugleichen.

Die Federn der besten Taschenuhren füllen $4\frac{1}{2}$ Räume aus und haben eine Umdrehung über der erforderlichen Zahl, um eine Ausdehnung zu gestatten und um noch einen freien Raum zu haben. Der Kaliberzirkel, die Tabelle (welche auf Kartenpapier kopirt werden kann) und eine feine Waage mit Graingewichten sind die ausreichenden Apparate, um eine Feder auszuwählen, welche die erforderliche Anzahl von Umdrehungen und die größte Kraft bei der gegebenen Räumlichkeit der Trommel hat. —

Was nun die Feder selbst betrifft, so ist es wesentlich, daß sie aus einem weichen und keineswegs spröden Stahle gemacht sei, der einer vorzüglichen Härtung fähig ist, die so gleichmäßig als möglich sein muß. Dafür müssen aber diejenigen sorgen, welche sich mit der Verfertigung der Federn abgeben, und nur, wenn man sich an solche Arbeiter wendet, welche dafür bekannt sind, die besten Federn zu liefern, kann man diese gehörig gut erwarten. Es ist besser, breite aber dünne, als schmale und dicke Federn anzuwenden, da sich die breiten nicht so leicht werfen oder Schläge im Federhause machen, oder, was dasselbe ist, sich besser als die schmalen Federn in derselben Ebene auf- und abwickeln, und auch nicht so leicht gegen den Boden oder den Deckel des Federhauses reiben. Die Kanten müssen auch wohl abgerundet und polirt sein, um den Reibungswiderstand im Innern des Federhauses zu vermindern.

Es ist auch überaus wichtig, daß die Umgänge der Feder nicht aneinander reiben, während sie sich im Fe-

derhause abwickeln, weil diese Reibung, welche nicht immer gleich sein wird, die Kraft der Feder verändert; hierbei haben die Federfabrikanten besonders Gelegenheit, ihre Geschicklichkeit zu zeigen.

Vorrichtung zum Aufwinden und Präpariren der Federn für Wand- und Taschenuhren, von Lefebvre in Paris.

Der Genannte hat sich ein Verfahren, das Härten von Uhrfedern betreffend, patentiren lassen, welches hauptsächlich Folgendes bezweckt:

1) die Härte der Federn für Wand- und Taschenuhren gleichmäßig und vollkommen regelmäßig herzustellen;

2) die Arbeit mit der Feile, die Enden der Federn abzurunden, mit Hülfe einer zusammengesetzten Vorrichtung zu beschleunigen, indem man eine unbestimmte Anzahl Federn gleichzeitig der Bearbeitung mit der Feile unterwirft.

Der Theil seiner Erfindung, welchen wir hier vorführen, betrifft allein die Vorbereitung der Federn. Lefebvre wickelt seine Federn in Spiralen auf, schaltet aber nach Maßgabe der Aufwickelung zwischen je zwei Spiralgänge ein fortlaufendes Band von Eisenblech ein, welches auf einem Streckwerke mit Querfalten versehen ist und durch seinen scharfen, vorspringenden Winkel die parallele und gleichmäßige Entfernung der Spiralen erhält.

Fig. 52 stellt ein aus zwei verzahnten Scheiben a, a', zwischen welchen das Band aus Eisenblech durchgeht, zusammengesetztes Walzwerk dar. Nachdem das Blechband zwischen den Scheiben, von denen die untere durch eine Kurbel gedreht, die obere aber von der untern mitgenommen wird, hervorgetreten ist, erscheint es gefältelt. Dieses gefältelte Band wird mit den Federn gleichzeitig aufgewickelt, um die parallele Entfernung der Spirale

zu erhalten. Zu diesem Zwecke hat Lefebvre eine in Fig. 53 angedeutete Vorrichtung angegeben. Die Feder, die gleichmäßig aufgewickelt werden soll, ist auf den durch Stützen F getragenen Bolzen e lose aufgesteckt und wird durch die Vorstecker g an seitlicher Bewegung gehindert. Das Ende der Feder d, welche durch einen Ständer h geleitet und unterstützt wird, ist am Umfange der Scheibe i zwischen zwei Backen j befestigt. Diese und die Scheibe i sind nur durch einen Bolzen m verbunden, so daß diese leicht lösliche Verbindung erlaubt, die Scheibe i sammt der um sie geschlungenen Feder wegzunehmen, wenn man den einen Backen entfernt. Das Ende des Blechbandes b, welches über die Rolle l geleitet wird, ist unter der Feder d mit dieser zugleich durch eine Druckfeder an der Scheibe i befestigt.

Wenn jetzt der Arbeiter die Scheibe j um die Achse n dreht, wickelt sich die Feder d und das gefältelte Blechband b gleichmäßig auf, und das letztere bestimmt die konstante Entfernung der Spiralgänge, wie dieß deutlich aus Fig. 54 ersichtlich ist. (Génie industriel II, p. 35.)

Wir haben weiter oben gesehen, daß der Isochronismus der Schwingungen der Unruhe bei dem Gange einer Seeuhr die Ungleichmäßigkeit in der bewegenden Kraft aufheben kann. Bei den astronomischen Pendeluhren ist die bewegende Kraft beständig dieselbe. Diese Eigenschaft der bewegenden Kraft, welche von großer Bedeutung ist, bringt aber doch nicht vollkommen die Wirkung hervor, welche wünschenswerth wäre. Nachdem die Uhr einige Zeit gegangen, wird die Reibung entweder durch die Verdickung des Oeles, oder durch andere Ursachen vermehrt; die ersetzende Kraft, welche dem Regulator mitgetheilt wird, wirkt also stets weniger stark, und die Schwingungen des Pendels werden daher allmälig kleiner, sowie der Reibungswiderstand zunimmt. Die größeren oder kleineren Schwingungsbogen eines Pendels sind aber nicht ganz gleichzeitig oder isochro-

nisch: die kleineren Bogen werden in kürzerer Zeit vollendet, als die größeren, folglich werden die Schwingungen des Pendels nach und nach schneller, je nachdem sich die ersetzende Kraft, welche dem Regulator durch das Räderwerk und die Hemmung mitgetheilt wird, vermindert, und die astronomische Pendeluhr wird zu schnell gehen. Dieser Nichtisochronismus der Schwingungen des Pendels ist daher der Grund, daß selbst die strengste Genauigkeit in der Gleichheit der bewegenden Kraft, welche beim Gebrauche der Gewichte stattfindet, eine nicht so große Gleichmäßigkeit hervorbringt, als man glauben sollte.

Man muß daher wünschen, daß die bewegende Kraft bei einer astronomischen Pendeluhr in demselben Verhältnisse vermehrt werden könne, wie der Widerstand, welcher durch die Reibung verursacht wird, wächst, wenn das Oel dicker wird. Um dieses zu bewirken, hat Urban Jürgensen bei seinen astronomischen Pendeluhren an dem Gewichte, das die bewegende Kraft abgiebt, ein Gefäß von derselben Gestalt und Größe, wie das Gewicht, angebracht, worein man von Zeit zu Zeit, je nachdem es erforderlich ist, ein Hagelkorn von passendem Gewicht wirft, um auf diese Weise die bewegende Kraft zu vermehren, so daß die Pendelschwingungen immer genau dieselbe Ausdehnung behalten.

Bei den astronomischen Pendeluhren ist es nothwendig, eine Hülfskraft zu gebrauchen, welche den Gang der Uhr, während sie aufgezogen wird, unterhalten kann. Diese Hülfskraft vermehrt indessen die Arbeit bedeutend, und man hat bei der Ausführung die größte Sorgfalt anzuwenden, um sicher zu sein, daß dieselbe dasjenige ausrichtet, was man von ihr erwartet. Durch den Gebrauch des Zahnfederhauses in Seeuhren, statt der Schnecke, wird der Mechanismus dieser Hülfskraft entbehrlich, denn die Zahnfederhäuser haben die natürliche Beschaffenheit, die Uhr während des Aufziehens im Gange zu halten. Bei den astronomischen Pendeluhren

könnte man sich der Schnur ohne Ende bedienen, welche ehemals angewendet wurde, und dann würde man keiner Hülfskraft bedürfen; denn die Schnur ohne Ende wird ebenfalls, ihrer Natur gemäß, die Uhr während des Aufziehens im Gange erhalten. Indessen hat dieses Mittel andere Unvollkommenheiten, auf die wir weiter unten ausführlicher zu sprechen kommen.

Fabrikation der Uhrfedern von Kugler in Paris.

Nachdem die stählernen Federn ihre Gestalt empfangen haben, müssen sie noch folgenden Operationen unterworfen werden: 1) dem Glashartmachen, 2) dem Anlassen und 3) dem Poliren.

Nach dem bisherigen Verfahren werden diese Operationen einzeln und meistens mit sehr unvollkommenen Mitteln ausgeführt. Kugler nimmt sie sämmtlich auf einer einzigen Maschine vor, welche ihm am 22. März 1858 für Frankreich patentirt wurde; an derselben hat er mehrere wesentliche Vervollkommnungen der Processe angebracht.

In seiner Maschine werden die Federn zunächst in einem Rohre mit rektangulärem Querschnitt erhitzt, welches aus Gußeisen oder Blech besteht und mit feuerfestem Thon ausgefüttert ist. Aus dem Rohre gehen die Federn durch ein Oelbad, hierauf durch Trockenballen und endlich durch einen Apparat, auf welchem sie gerichtet und angelassen werden. In diesem Zustande sind sie schon zu vielen Zwecken anwendbar. Bisweilen müssen sie aber auch noch polirt werden, und dieß geschieht bei der Kugler'schen Maschine mittels eines Systems von Bürstenrädern von verschiedenen Durchmessern. Die Bürstenräder können auch durch eine endlose Bürste ersetzt werden, welche durch eine Kette bewegt wird und mit einer feststehenden Bürste gemeinschaftlich arbeitet.

Diese Einrichtung wird durch den in Fig. 55 im Durchschnitt dargestellten Apparat veranschaulicht. Der

eiserne, mit feuerfestem Material ausgefütterte Ofen A hat einen gußeisernen Deckel D, der um ein Scharnier b′ drehbar ist und vermittelst eines Griffs b gehandhabt wird. a ist der Rost, a′ der Aschenfall, A′ das Abzugsrohr für den Rauch. Der Haupttheil des Ofens ist das Rohr, welches zur Aufnahme der Feder dient. Dieses Rohr hat rektangulären Querschnitt von 100 Millimeter Breite und 12 Millimeter Höhe und ist ringsum von der Flamme umgeben, so daß es rothglühend wird. Die Feder R wird von einer Walze C abgezogen, die auf einem Ständerpaar c über dem Gestell der Maschine aufgelagert ist. Beim Austritt aus dem Ofen A gelangt die Feder in das Ablöschgefäß E, welches rektangulären Querschnitt und oben eine Erweiterung hat und aus Gußeisen besteht; in demselben liegt eine Druckwalze F auf zwei Trägern f, die um ein Scharnier f′ beweglich sind. Vermittelst der Druckschrauben g kann man die Druckwalze und mithin auch die Feder R, da diese unter der Druckwalze weggeht, mehr oder weniger tief in die Flüssigkeit eintauchen. Da die Härteflüssigkeit (gewöhnlich Oel) von der durchgezogenen Feder R rasch erhitzt wird, so muß sie häufig abgekühlt werden, und dieß geschieht vermittelst eines Reservoirs G und eines mit einem Hahn h′ versehenen Speiserohrs h. Die im Uebermaß zulaufende Flüssigkeit wird durch ein Wasserstandsrohr e, welches vermittelst des Hahnes e′ verschließbar ist, in ein untergesetztes Gefäß E′ abgeführt.

Bei dieser Operation sucht sich die Feder beständig zu werfen, sie muß also noch gerichtet werden. Ehe dieß aber geschieht, wird sie getrocknet. Hierzu dienen die Trockenballen d, d′, welche aus Lederstulpen bestehen, die durch Gewichte i, i′ gegen einander gedrückt werden. Dieselben liegen in einem flachen Kasten I aus Weißblech und von rektangulärem Querschnitt, welcher auf der einen Seite in die Erweiterung des Ablöschgefäßes E einmündet und auf der andern von einer Stütze l getragen wird. Die Trockenballen bewegen sich mit gleitender Bewegung auf einander, wobei ihnen metal-

lene Stifte, welche in den unteren Ballen hindurchgehen, zur Führung dienen. Der Boden des Kastens I ist etwas geneigt, damit das von den Trockenballen ablaufende Oel in das Ablöschgefäß zurücklaufen kann. (Génie industriel, Jul. 1860. S. 16.)

Chesterman's Ofen zum Erhitzen, Härten und Anlassen von Uhrfedern.

Diese neue Art von Oefen besteht aus metallenen, oder thönernen Platten, oder Büchsen, die mit Rinnen versehen sind, durch welche der zu erhitzende Stahl geleitet wird. Von da nimmt derselbe seinen Weg zwischen kalte Platten, oder durch eine Flüssigkeit, worin die Härtung erfolgt, und von diesen läuft er über die Decke des Ofens, wo er angelassen wird.

Fig. 56 stellt einen solchen Ofen im Längendurchschnitt dar. a, a ist das äußere Gemäuer; b eine eiserne Röhre, deren übrigens mehrere angeordnet werden können, welche sich von dem einen Ende des Ofens bis zum andern erstreckt. Diese Röhre ist ihrer ganzen Länge nach mit einem Mantel a', a' von feuerfesten Ziegeln umgeben. Von der Feuerstelle c, c führen die Feuerkanäle d, d rings um den Mantel a', a' und kommen bei e zusammen, von wo aus die Verbrennungsprodukte in den Schornstein gelangen.

Eine mit Rinnen versehene Platte f, welche in Figur 57 im Grundrisse dargestellt ist, bedeckt einen Theil des Kanales e und hat die Bestimmung, durch die abgängige Wärme erhitzt zu werden. g ist ein auf die Platte f passender Deckel; k, k sind kalte Formen, ähnlich denjenigen, welche sich der Erfinder im J. 1853 patentiren ließ.

l, l sind Walzen, deren untere in einem mit Oel gefüllten Trog rotirt. Das zu behandelnde Stahlband nimmt von der Walze h seinen Weg durch die Röhre b, worin es erhitzt wird, und gelangt dann zwischen die

kalten Formen k, k, worin seine Härtung erfolgt; von da läuft es zwischen den ölenden Walzen l, l hindurch, um die Rolle m zurück über den Ofen, zwischen der erhitzten Form g und der Platte hindurch. An dieser Stelle erfolgt das Anlassen des Stahls. Schließlich wird derselbe auf eine Trommel gewunden. In einigen Fällen führt man auch das Stahlband, anstatt durch die kalten Formen k, k, durch Oel; die Oelwalzen l, l sind dann entbehrlich. (London Journal of arts, Jul. 1860. S. 24.) —

Viertes Kapitel.

Vom Räderwerke und der Berechnung der Räder und Getriebe *).

Das Räderwerk theilt durch eine Reihe von Rädern und Getrieben die Wirkung der bewegenden Kraft dem Regulator mit. Die Geschwindigkeit der Räder wird allmälig vermehrt, sowie sie weiter von der bewegenden Kraft entfernt sind, und sie verlieren an Kraft im Verhältniß zu ihrer Geschwindigkeit. Die Kraft des letzten Rades oder Hemmungsrades muß hinreichend sein, um den Verlust der Bewegung zu ersetzen, den der Regulator durch den Luftwiderstand und durch die Reibung erleidet. Die Kraft des ersten Rades muß im Verhältniß zu der Anzahl der Umläufe des letzten Rades stehen und nach der größeren oder geringeren Geschwindigkeit dieses Rades vermehrt oder vermindert werden. Setzt man die Kraft des letzten Rades gleich 1, und nimmt man an, daß die Anzahl der Umläufe desselben, während das erste Rad Einen Umlauf macht, 4800 sei, so

*) Urban Jürgensen's höhere Uhrmacherkunst, Kapitel 5; **Moinet, Traité d'horlogerie etc. Part. I. chap. I, pag. 105, chap. IV et V,**

muß auch die bewegende Kraft 4800 Mal größer sein, als die Kraft dieses letzten Rades. Dieses gründet sich geradezu auf die einfachen mechanischen Grundsätze von Last und Kraft, die in umgekehrtem Verhältnisse der Bewegung stehen; doch ist hierbei noch keine Rücksicht auf die Reibung genommen.

Die Geschwindigkeit wird durch die Verbindung zweier Räder von verschiedenem Durchmesser vermehrt, indem das Rad, welches den größten Durchmesser hat, das Rad mit dem kleineren Durchmesser herumführt. Dieses kleinere Rad wird **Getriebe** genannt. Das Getriebe macht eine um so viel mal größere Anzahl Umläufe, in Beziehung auf das Rad, als der Durchmesser desselben kleiner ist, als der des Rades. Man sieht, daß es leicht ist, die Geschwindigkeit des letzten Rades willkürlich zu vermehren, durch eine solche Verbindung mehrerer Räder und Getriebe, daß das erste Rad ein Getriebe führt, mit welchem auf derselben Achse oder koncentrisch ein anderes Rad verbunden ist, das noch ein anderes Getriebe führt, mit einem dritten Rade verbunden, welches wiederum ein Getriebe führt, mit einem vierten Rade verbunden u. s. w. Diese Verbindung der Räder und Getriebe wird das **Räderwerk** genannt, und durch Anwendung desselben kann die bewegende Kraft in einer hinlänglich langen und gegebenen Zeit auf den Regulator wirken, ehe es nothwendig ist, jene zu erneuern, oder, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, die Uhr aufzuziehen. Das Räderwerk führt ferner die Zeiger, welche die Zeit angeben.

Fig. 58 zeigt eine Sammlung von Rädern und Getrieben. A, B, C, D sind die Räder; p, q, r die von den Rädern geführten Getriebe. In Maschinen wirken diese gewöhnlich durch das Eingreifen von Zähnen, welche in ihren Umkreis eingeschnitten sind, auf einander. Die Anzahl der Zähne muß im Verhältnisse zu den Durchmessern stehen. Die Geschwindigkeit des Rades D wird sich zu der Geschwindigkeit des Rades A verhalten, wie das Produkt der Durchmesser (oder Ra-

dien) der Räder zu dem Produkte der Durchmesser (oder Radien) der Getriebe; drücken wir D's Geschwindigkeit durch V, und A's durch v aus, so haben wir folgende Proportion:

$$ab \times pe \times qg : pd \times qf \times rh = V : v.$$

Die Anzahl der Zähne der in einander greifenden Räder muß im Verhältniß zu den Durchmessern stehen.

Beispiel: Laßt uns annehmen, daß der Durchmesser des Rades 30 Linien, und daß der des Getriebes oder des kleineren Rades 3 Linien und daß die Anzahl der Zähne des Rades 120 sei, wie viele Zähne soll dann das Getriebe haben? Man sagt: 30 Linien (der Durchmesser des Rades) : 3 Linien (dem Durchmesser des Getriebes) = 120 : x.

$$x = \frac{120 \times 3}{30} = 12.$$

Man findet auf diese Weise 12 Zähne für das Getriebe.

Da die Anzahl der Zähne beständig im Verhältniß zu den Durchmessern steht, so sieht man, daß man die Größe derselben durch die Anzahl der Zähne selbst ausdrücken und folglich diese Zahlen in der Berechnung über die Umläufe der Räder gebrauchen kann. Wenn die Anzahl der Zähne eines Rades gegeben ist, sowie auch der Durchmesser desselben und die Anzahl der Zähne des Getriebes, so kann man daraus durch Berechnung den Durchmesser des letztern finden. Doch in der Praxis findet man mit Leichtigkeit die Größe der Getriebe oder ihre Durchmesser nach den Regeln, welche in einem folgenden Kapitel mitgetheilt werden sollen.

Zur Berechnung der Umläufe der Räder werden hier einige Aufgaben hinzugefügt:

Erste Aufgabe. Die Anzahl der Umläufe des letzten Rades in einem Räderwerke zu finden, welches aus 5 Rädern und 4 Getrieben besteht, von denen das erste Rad 100, das zweite 80, das dritte 60 und das vierte 50 Zähne hat. (Das

fünfte kommt gar nicht in Betrachtung, da es nicht eingreift.) Das erste Getriebe hat 20, das zweite 16, das dritte 10, das vierte 8 Zähne.

Erste Weise. Aus dem, was weiter oben auseinander gesetzt worden, wissen wir, daß das Produkt der Durchmesser der Räder sich zum Produkte der Durchmesser der Getriebe verhält, wie die Geschwindigkeit des letzten Rades zu der Geschwindigkeit des ersten Rades, welche Geschwindigkeit wir mit 1 bezeichnen wollen; folglich ist die Geschwindigkeit des Rades

$$v = \frac{\text{dem Produkte der Anzahl der Radzähne} \times 1}{\text{dem Produkte der Anzahl der Getriebzähne}}$$

$$= \frac{100 \times 80 \times 60 \times 50 \times 1}{20 \times 16 \times 10 \times 8}$$

$$= \frac{24000000 \times 1}{25600} = 937\tfrac{1}{2}.$$

Die Geschwindigkeit des letzten Rades, oder was dasselbe ist, die Anzahl der Umläufe desselben, während eines Umlaufes des ersten Rades, ist also $937\frac{1}{2}$.

Zweite Weise. Durch Division der Anzahl der Zähne eines jeden Rades ist die Anzahl der Zähne des ins Rad eingreifenden Getriebes, und durch Multiplikation aller dieser Quotienten mit einander und nachher mit v oder der Geschwindigkeit des ersten Rades, welche wir durch 1 ausgedrückt haben, kommt man zu demselben Resultate, denn

$$v = \frac{100}{20} \times \frac{80}{16} \times \frac{60}{10} \times \frac{50}{8} \times 1$$

$$= 5 \times 5 \times 6 \times 6\tfrac{1}{4} \times 1 = 937\tfrac{1}{2}.$$

Zweite Aufgabe. Die Anzahl der Umläufe des letzten Rades in einem Räderwerke zu finden, wo die Getriebe die Räder führen.

Erste Weise. Wenn die Getriebe die Räder führen, verhält sich die Geschwindigkeit des letzten Rades zu der Geschwindigkeit des ersten Getriebes, wie das

Produkt der Durchmesser der Getriebe zu dem Produkte der Durchmesser der Räder, oder wie das Produkt der Getriebszähne zu dem Produkte der Radzähne. Bezeichnet man also die Geschwindigkeit des letzten Rades mit v und die des ersten Getriebes mit V, so wird man haben v : V = das Produkt der Getriebzähne zu dem Produkte der Radzähne, woraus gefunden wird

$$v = \frac{\text{dem Produkte der Getriebzähne}}{\text{dem Produkte der Radzähne}} = V$$

(Siehe Fig. 58.) Nimmt man nun an, daß das Rad A 60, B 48 und C 42 Zähne habe (D kommt nicht in die Rechnung, da es keinen Eingriff bildet); ferner, daß das Getriebe p 12, q 8, r 7 Zähne haben, und daß die Anzahl der Umläufe r's in einer gegebenen Zeit 2700 sei, so wird die Anzahl der Umläufe A's in derselben Zeit sein

$$\frac{12 \times 8 \times 7}{60 \times 48 \times 42} \times 2700 \times 15.$$

Die Geschwindigkeit r's verhält sich also zu der Geschwindigkeit A's, wie 2700 : 15, das heißt: r's Geschwindigkeit ist $\frac{2700}{15}$ oder 180 Mal größer als A's.

Zweite Weise. Um sowohl des Multiplicirens der Anzahl der Radzähne mit einander, als des der Getriebzähne überhoben zu sein, braucht man nur die Anzahl der Zähne eines jeden Getriebes mit der Anzahl der Zähne des durch das Getriebe geführten Rades zu dividiren, diese Quotienten mit einander zu multipliciren, darauf das Produkt mit der Zahl zu multipliciren, welche die Umläufe des ersten Getriebes ausdrückt, und man wird zu demselben Resultate gelangen.

$$v = \frac{7}{42} \times \frac{8}{48} \times \frac{12}{60} \times 2700$$

$$= \frac{1}{6} \times \frac{1}{6} \times \frac{1}{5} \times 2700 = \frac{1}{180} \times 2700 = 15.$$

Die Geschwindigkeit von r oder v ist also 180 Mal größer, als die von A.

Die beiden folgenden Aufgaben betreffen besonders die Berechnung der Räder und Getriebe in Uhren.

Dritte Aufgabe. Die Anzahl der Zähne des letzten Rades (Hemmungsrades) zu finden, damit die Unruhe 16800 Schwingungen in der Stunde machen kann (oder während das Minutenrad Einen Umlauf macht), wenn die Anzahl der Zähne der andern Räder und Getriebe gegeben ist.

Anmerkung. Die Unruhe macht 2 Schwingungen für jeden Zahn des Hemmungsrades, also, wenn das Rad z. B. 20 Zähne hätte, würde die Unruhe während eines Umlaufs des Rades 40 Schwingungen machen.

Auflösung. Man berechnet zuerst die Anzahl der Umläufe des Hemmungsrades, während das Minutenrad Einen Umlauf macht. Darauf dividirt man die Hälfte der Anzahl der Unruhe-Schwingungen mit der gefundenen Anzahl Umläufe des Hemmungsrades, und wird auf diese Weise die Anzahl der Zähne finden, welche letzteres haben muß. (Siehe Fig. 59.) Laßt uns annehmen, daß die Anzahl der Zähne der Räder und Getriebe folgende sei:

B, das Minutenrad (großes Bodenrad), habe 80 Zähne.
C, erstes Mittelrad (kleines Bodenrad), „ 60 „
D, zweites Mittelrad (Kronrad), „ 56 „
a, das Minutenradgetriebe, kommt, wie man leicht einsieht, nicht mit in Rechnung.
b, das Getriebe des ersten Mittelrades, habe 8 „
c, das Getriebe des zweiten Mittelrades, „ 8 „
d, das Hemmungsrad-Getriebe, „ 7 „

Man findet dann, daß die Anzahl der Umläufe des Hemmungsrades E 600 sei; die Hälfte der Unruheschwingungen ist $\frac{16800}{2} = 8400$; dividirt mit 600,

giebt diese Zahl $\frac{8400}{600} = 14$, welches die verlangte Anzahl der Zähne des Hemmungsrades ist.

Vierte Aufgabe. Es wird gefragt, wie viele Stunden eine Uhr gehen kann, ohne aufgezogen zu werden, wenn die Anzahl der Zähne im Federhausrade oder im Schneckenrade sammt den Umgängen der Schnecke und der Anzahl der Zähne im Minutenrad-Getriebe gegeben sind.

(Fig. 59.) A ist das Federhausrad, welches in das Minutenrad-Getriebe a eingreift, das Einen Umlauf in der Stunde macht. Laßt uns nun annehmen, daß das Federhausrad 96 Zähne, das Minutenrad-Getriebe 8 Zähne habe, und daß die Feder 3 Umgänge machen könne, bevor ihre Wirkung von der Stellung aufgehoben wird, so wird das Federhaus einen Umlauf in 12 Stunden machen, denn die Anzahl der Zähne desselben, 96, dividirt mit der Anzahl der Getriebzähne oder 8, giebt $\frac{96}{8} = 12$. Diese 12 Stunden multiplicirt mit drei Umgängen, die das Federhaus machen kann, giebt 12×3 oder 36 Stunden, welche die Uhr zwischen jedem Aufzuge gehen kann.

Man kann ferner die Anzahl der Zähne bestimmen, welche das Federhaus haben muß, wenn die Umläufe desselben und die Anzahl der Zähne im Minutenrad-Getriebe gegeben sind, sammt der Zeit, in welcher die Uhr zwischen jedem Aufzuge gehen soll. Werden demnach die Umläufe des Federhauses, wie vorhin, zu 3 angesetzt, und nimmt man ferner an, daß die Uhr 30 Stunden gehen soll, so wird das Federhaus einen Umlauf in 10 Stunden machen, und muß folglich 10 Mal so viele Zähne haben, als das Minutenrad-Getriebe; geben wir diesem also 8 Zähne, so wird die Anzahl der Zähne des Federhauses $10 \times 8 = 80$. Die Berechnung wäre natürlich dieselbe, wenn die Uhr eine Schnecke hätte und die Anzahl ihrer Umgänge bestimmt wäre.

Damit eine Uhr 8 Tage gehen könne, ohne aufgezogen zu werden, braucht man gewöhnlich noch ein Rad und ein Getriebe, welche zwischen dem Federhause und dem Minutenrad-Getriebe liegen. Laßt uns nun annehmen, daß das Federhausrad 96, das erste oder zwischenliegende Getriebe 12, das zwischenliegende Rad 80 und das Minutenrad-Getriebe 10 Zähne habe, so wird man einsehen, daß das zwischenliegende Rad nur einen Umlauf in 8 Stunden macht, und daß folglich das Federhausrad nur einen Umlauf in $\frac{96}{12} \times 8$ oder 64 Stunden machen kann, so daß die Uhr mit $3\frac{1}{3}$ Umläufen des Federhauses über 8 Tage gehen wird. Man kann auf dieselbe Weise, indem man mehrere zwischenliegende Räder anbringt, die Uhr so einrichten, daß sie einen Monat oder ein Jahr gehen kann, ohne aufgezogen zu werden *).

Wir haben jetzt gesehen, wie man die Berechnung über die Umläufe der Räder und Getriebe macht, wenn die Anzahl der Zähne gegeben ist; wir werden nun die Weise kennen lernen, welche angewandt wird, um die passende Anzahl Zähne zu finden, welche man den Rädern und Getrieben geben muß, wenn sie eine gewisse Anzahl Umläufe bewirken sollen. Diese Berechnung wird auf folgende Weise ausgeführt:

In einem Räderwerke kann man eine größere oder geringere Anzahl Räder und Getriebe anwenden, je nachdem man die Räder größer oder kleiner machen will; lasset uns hier aber annehmen, daß die Anzahl der Räder und Getriebe gegeben sei: so fängt man damit an, die Anzahl der Zähne zu bestimmen, welche die Getriebe haben müssen, und diese Anzahl multiplicirt man mit

*) Dieses Mittel darf man allein bei Pendeluhren gebrauchen, und selbst diese läßt man nicht gern über 8 Tage gehen. Bei deren Berechnung treten dann die Umläufe des Walzenrades an die Stelle der des Federhauses oder der Schnecke in den Uhren, wo die bewegende Kraft von der Schnellkraft einer Feder herrührt.

einander, worauf das Produkt noch mit der verlangten Anzahl Umläufe multiplicirt werden muß. Darauf dividirt man nun dieses letzte Produkt successive mit den Primzahlen *), nach der Reihe, bis man als letzten Quotienten 1 erhält, und zwar auf folgende Weise: Zuerst dividirt man das ganze Produkt mit 2, wenn diese darin aufgeht, und fährt auf diese Weise fort, die Quotienten zu dividiren, so lange die Division mit 2 aufgeht, ohne einen Rest zu hinterlassen. Wenn 2 nicht länger aufgeht, fängt man mit 3 an (falls diese Zahl in den Quotienten aufgeht) und fährt damit fort, so lange die Quotienten sich ohne Rest mit dieser Zahl theilen lassen. Wenn man nicht länger mit 3 theilen kann, versucht man die folgende Primzahl oder 5, und auf diese Weise fort, bis der Quotient zuletzt 1 wird. Darauf macht man aus den gefundenen Primzahlen oder Faktoren so viele Loose oder Partialprodukte, als Räder im Räderwerke sind, und diese Theile geben dann die Anzahl der Zähne in den verschiedenen Rädern an.

Folgende Beispiele werden dieses Verfahren erläutern:

Erstes Beispiel. Fünfte Aufgabe. Die Anzahl der Rad- und Getriebzähne in einem Räderwerke von 3 Rädern und 3 Getrieben zu finden, so daß das letzte Getriebe 200 Umläufe während eines Umlaufes des ersten Rades macht.

Nach der vorhin gegebenen Regel muß man zuerst die Anzahl der Getriebzähne bestimmen. Laßt uns folgende Zahlen wählen:

Dem ersten Getriebe werden 12, dem zweiten 10, dem dritten 8 Zähne gegeben. Wenn man nun diese Zahlen mit einander und darauf mit den gegebenen Umläufen multiplicirt, wird man erhalten:

$$12 \times 10 \times 8 \times 200 = 192000.$$

---

*) Unter Primzahlen versteht man solche Zahlen, worin nur 1 und die Zahl selbst aufgehen, oder solche, die sich nicht ohne Rest mit einer andern ganzen Zahl theilen lassen, z. B. 1, 11 2c.

Nun sucht man zuerst die einzelnen Faktoren oder Primzahlen, welche in diesem Produkte aufgehen können, und zwar auf folgende Weise:

$$
\begin{aligned}
192000 &: 2 = 96000 \\
&: 2 = 48000 \\
&: 2 = 24000 \\
&: 2 = 12000 \\
&: 2 = 6000 \\
&: 2 = 3000 \\
&: 2 = 1500 \\
&: 2 = 750 \\
&: 2 = 375 \\
&: 3 = 125 \\
&: 5 = 25 \\
&: 5 = 5 \\
&: 5 = 1
\end{aligned}
$$

Nun macht man passende Loose (Partialprodukte oder zusammengesetzte Faktoren) aus diesen Primzahlen (einzelnen Faktoren), welche auf folgende Weise vertheilt werden können:

$$
\begin{aligned}
5 \times 5 \times 3 \times 2 &= 150 \\
5 \times 2 \times 2 \times 2 &= 40 \\
2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 &= 32
\end{aligned}
$$

Die Zahlen 150, 40, 32 lassen sich bei den Rädern anwenden, wodurch das letzte Getriebe 200 Umläufe machen wird, wovon man sich durch Befolgung der weiter oben dargestellten Methode überzeugen kann; denn

$$
\begin{aligned}
150 : 12 &= 12\tfrac{1}{2} \\
40 : 10 &= 4 \\
32 : 8 &= 4
\end{aligned}
$$

und $12\frac{1}{2} \times 4 \times 4 = 200.$

Anmerkung. Wären diese Zahlen nicht passend für die Räder, indem die Zähne mit Rücksicht auf die Größe, welche man den Rädern geben muß, entweder zu grob oder zu fein würden, so könnte man diese Primzahlen auch auf andere Weise vertheilen, wie z. B.:

$$5 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 80$$
$$5 \times 3 \times 2 \times 2 = 60$$
$$5 \times 2 \times 2 \times 2 = 40$$

Diese Zahlen 80, 60, 40 werden auf ähnliche Weise zu den gegebenen Umläufen passen, wie folgende Probe zeigt:

$$80 : 12 = 6\tfrac{2}{3}$$
$$60 : 10 = 6$$
$$40 : 8 = 5$$
$$6\tfrac{2}{3} \times 6 \times 5 = 200.$$

Zweites Beispiel. Sechste Aufgabe. Die Anzahl der Zähne in einem Räderwerke zu finden, das aus 5 Rädern besteht, und in welchem das letzte Getriebe 4400 Umläufe machen soll.

Lasset uns die Anzahl der Getriebzähne zu 10, 8, 8, 6, 6 setzen, das Produkt dieser Zahlen ist:

$$10 \times 8 \times 8 \times 6 \times 6 = 23040.$$

Durch Multiplikation dieser Zahlen mit den gegebenen Umläufen hat man:

$$23040 \times 4400 = 101376000.$$

Sucht man nun die Primzahlen oder die einzelnen Faktoren dieser Zahl, so haben wir:

$$
\begin{aligned}
101376000 &: 2 = 50688000 \\
&: 2 = 25344000 \\
&: 2 = 12672000 \\
&: 2 = 6336000 \\
&: 2 = 3168000 \\
&: 2 = 1584000 \\
&: 2 = 792000 \\
&: 2 = 396000 \\
&: 2 = 198000 \\
&: 2 = 99000 \\
&: 2 = 49500 \\
&: 2 = 24750 \\
&: 2 = 12375 \\
&: 3 = 4125 \\
&: 3 = 1375
\end{aligned}
$$

$$: 5 = 275$$
$$: 5 = 55$$
$$: 5 = 11$$
$$: 11 = 1$$

Aus diesen Primzahlen kann man folgende 5 Loose bilden;

$$5 \times 5 \times 2 = 50$$
$$5 \times 3 \times 3 = 45$$
$$11 \times 2 \times 2 = 44$$
$$2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$$
$$2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$$

Diese Zahlen 50, 45, 44, 32, 32 geben die verlangten Umläufe, denn, wie weiter oben ausgeführt worden, ist:

$$50 : 10 = 5$$
$$45 : 8 = 5\tfrac{5}{8}$$
$$44 : 8 = 5\tfrac{1}{2}$$
$$32 : 6 = 5\tfrac{1}{3}$$
$$32 : 6 = 5\tfrac{1}{3}$$

Multiplicirt man diese Quotienten, so findet man die Umläufe:

$$5 \times 5\tfrac{5}{8} \times 5\tfrac{1}{2} \times 5\tfrac{1}{3} \times 5\tfrac{1}{3} = 4400.$$

Man könnte ferner auch diese Primzahlen auf folgende Weise vertheilen:

$$11 \times 3 \times 2 = 66$$
$$5 \times 5 \times 2 = 50$$
$$5 \times 2 \times 2 \times 2 = 40$$
$$2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$$
$$3 \times 2 \times 2 \times 2 = 24$$

Durch diese Zahlen werden ebenfalls die verlangten Umläufe hervorgebracht; denn

$$66 : 10 = 6\tfrac{3}{5}$$
$$50 : 8 = 6\tfrac{1}{4}$$
$$40 : 8 = 5$$
$$32 : 6 = 5\tfrac{1}{3}$$
$$24 : 6 = 4$$

$$6\tfrac{3}{5} \times 6\tfrac{1}{4} \times 5 \times 5\tfrac{1}{3} \times 4 = 4400.$$

Diese Methode dient also dazu, im Allgemeinen die Anzahl der Zähne in jedem Räderwerke zu finden. Folgende Beispiele sind dagegen besonders bei Uhren gebräuchlich.

Drittes Beispiel. Siebente Aufgabe. Die Anzahl der Zähne in einem Räderwerke zu finden, wenn die Unruhe 16800 Schwingungen in der Stunde oder in der Zeit machen soll, worin das Minutenrad Einen Umlauf macht, und wenn die Anzahl der Zähne im Hemmungsrade 14 ist.

Bei einem Umlaufe des Hemmungsrades wird die Unruhe 28 Schwingungen machen; also wird das Hemmungsrad $\frac{16800}{28} = 600$ Mal herumlaufen, während die Unruhe 16800 Schwingungen macht. Nun kommt es blos darauf an, die Anzahl der Zähne in einem Räderwerke zu finden, das aus 3 Rädern zusammengesetzt ist, und dessen letztes Getriebe, welches das vierte Rad oder das Hemmungsrad trägt, 600 Umläufe macht, während das erste Rad einmal herumläuft.

Indem man nun 3 Getriebe mit 8 Zähnen anwendet, findet man, den vorher gegebenen Regeln gemäß,

$$600 \times 8 \times 8 \times 8 = 307200$$

für welche Zahlen die Primzahlen oder einzelnen Faktoren: 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 2, 3, 5, 5, gefunden werden. Diese können in folgende Loose oder Partialprodukte zerlegt werden: $5 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 80$; $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 64$; $5 \times 3 \times 2 \times 2 = 60$, Zahlen, die sehr gut zu den Rädern einer Uhr gebraucht werden können.

Achte Aufgabe. Die Anzahl der Zähne in einem Räderwerke zu finden, wo das Sekundenrad Einen Umlauf in der Minute, oder die Unruhe 18000 Schwingungen in der Stunde (d. h. während Eines Umlaufs des Minutenrades) machen soll:

Da das Sekundenrad Einen Umlauf in der Minute macht, so wird die Geschwindigkeit desselben natürlicher Weise 60 Mal größer sein, als die des Minutenrades; denn dieses macht nur einen Umlauf in 60 Minuten, folglich wird die Unruhe $\frac{18000}{60}$ oder 300 Schwingungen in der Minute machen. Wenn das Hemmungsrad 15 Zähne hat, wird es Einen Umlauf für 30 Schwingungen, oder 600 Umläufe in der Stunde, während eines Umlaufs des Minutenrades, vollenden. Das Hemmungsrad, welches 600 Umläufe in der Stunde macht, wird also $\frac{600}{60}$ Mal in der Minute, oder in der Zeit umlaufen, in welcher das Sekundenrad Einen Umlauf macht. Man muß daher zuerst die Anzahl der Zähne im Sekundenrade berechnen, damit die Unruhe während eines Umlaufs desselben 300 Schwingungen machen, oder damit das Hemmungsrad $\frac{600}{60}$ oder 10 Mal in einer Minute umlaufen könne; zweitens muß man die Anzahl der Zähne im Minutenrade und im Mittelrade ausfindig machen, damit das Getriebe des Sekundenrades 60 Umläufe machen könne, während das Minutenrad Einen macht.

Da das Hemmungsrad 10 Umläufe macht, während das Sekundenrad Ein Mal herumläuft, so ist es klar, daß dieses 10 Mal so viel Zähne haben muß, als das Getriebe des Hemmungsrades; braucht man also ein Getriebe mit 8 Zähnen, so muß die Anzahl der Zähne im Sekundenrade 8 $\times$ 10 oder 80 sein.

Um die Anzahl der Zähne in den beiden andern Rädern zu finden, bestimmt man zuerst die Anzahl der Zähne in den Getrieben. Diese wollen wir zu 12 und 10 setzen, und man wird dann für das Minutenrad 90 und für das Sekundenrad 80 Zähne finden; hätten die Getriebe 8 Zähne gehabt, so würde man 64 und 60

für die Anzahl der Zähne in den Rädern gefunden haben. Hier folgt die Probe:

$$90 : 12 = 7\tfrac{1}{2}$$
$$80 : 10 = 8$$
$$\text{und } 7\tfrac{1}{2} \times 8 = 60$$
$$64 : 8 = 8$$
$$60 : 8 = 7\tfrac{1}{2}$$
$$\text{und } 8 \times 7\tfrac{1}{2} = 60.$$

Anmerkung. Die Berechnung der Räderwerke, wodurch man den Gang der Planeten nachahmt, ist weit verwickelter. Da diese Einrichtungen aber, wenn sie mit Uhren in Verbindung gesetzt werden, nicht mit unserm Zwecke in Verbindung stehen, so kann hier nicht davon die Rede sein.

Fünftes Kapitel.

Von den Eingriffen der Räder, Getriebe und dem Reibungswiderstande der Zapfen des Räderwerkes *).

Die Eingriffe der Räder und Getriebe in einer Uhr erfordern die größte Genauigkeit. Wenn die Eingriffe schlecht ausgeführt sind, wird die bewegende Kraft nicht gleichmäßig auf den Regulator wirken, und die Uhr wird unregelmäßig gehen; außerdem werden die verschiedenen Theile der Uhr schneller abgenutzt werden, weil eine Uhr, deren Räder und Getriebe keine guten Eingriffe bilden, eine allzubedeutende Triebkraft erfordert, um den schädlichen Einfluß der Reibung zu überwinden und den Verlust der Kraft, welcher durch die Fehler in den Eingriffen verursacht wird, zu ersetzen.

Die Eingriffe können fehlerhaft sein, entweder, weil die Durchmesser der Getriebe nicht in dem richtigen Verhältnisse zu den Durchmessern der Räder stehen,

---

*) Moinet, traité d'horlogerie etc. Part. I, chap. I, pag. 105; Part. II, chap. IV et V.

oder weil die Räder zu wenig oder zu tief in die Getriebe eingreifen, oder endlich, weil die Figur der Rad- und Getriebezähne nicht so ist, wie sie sein sollte.

1) Stehen die Durchmesser der Getriebe nicht im rechten Verhältnisse zu den Durchmessern der Räder, so werden die Zähne der Räder und Getriebe entweder mit ihren Enden gegen einander drücken, oder es wird einen Stoß mit dem Eingriffe geben, und in beiden Fällen wird Kraft verloren gehen und das Eingreifen ungleichförmig werden.

2) Greifen die Getriebe zu tief und zu flach in die Räder ein, so wird entweder ein Fallen stattfinden, oder die Zähne werden auf eine schädliche Weise gegen einander reiben, es wird hierdurch ebenfalls Kraft verloren gehen und Ungleichförmigkeit beim Eingreifen verursacht werden.

3) Ist die Figur der Rad- und Getriebzähne nicht richtig, so wird eine ungleichförmige Führung der Getriebe die Folge sein, sowie auch der Regulator, wie in den vorigen Fällen, eine unregelmäßige Einwirkung durch die Triebkraft erhalten wird.

Es ist demnach von der größten Wichtigkeit, den Durchmessern der Getriebe das richtige Verhältniß zu denjenigen der Räder zu geben; genau den Punkt zu bestimmen, bis zu welchem das Rad in das Getriebe eingreifen soll, und den Rad- und Getriebzähnen die Figur zu geben, welche geeignet ist, die Eingriffe möglichst gleichförmig und regelmäßig zu machen.

Der Durchmesser oder der Radius des Getriebes verhält sich zu dem Durchmesser oder dem Radius des Rades, wie die Anzahl der Getriebzähne zu der Anzahl der Radzähne *). Wenn daher ein Rad mit 50 Zähnen und einem Durchmesser von 20 Linien in ein Ge-

---

*) Hier ist von dem Radius des Theilkreises die Rede, wie man aus dem Folgenden sehen wird.

triebe mit 10 Zähnen eingreift, so wird der Durchmesser des Getriebes 4 Linien sein, denn

$$50 : 10 = 20 : x,$$

$$\text{also } x = \frac{20 \times 10}{50} = 4.$$

In der Praxis weicht indessen der Durchmesser der Getriebe mit Rücksicht auf die kleinere oder größere Anzahl Zähne, welche dieselben bekommen, etwas davon ab, wie wir weiter unten finden werden; man hat in dieser Rücksicht leichte Mittel, den Durchmesser der Getriebe zu bestimmen; und man erhält besonders durch Prud'homme's Proportionalzirkel die nothwendige Genauigkeit. Dieses sinnreiche und nützliche Instrument verschafft uns sehr wichtige Vortheile und sollte eigentlich in den Händen aller Uhrmacher sein.

Nachstehenden Regeln folgt man gewöhnlich in der Praxis, um die Größe der Getriebe zu bestimmen:

Ein Getriebe mit 16 Zähnen muß einen so großen Durchmesser haben, wie die Oeffnung eines Triebmaßes, das vollkommen 6 Getriebzähne umspannen kann, von der äußern Seite des ersten Zahnes bis zur äußern Seite des sechsten Zahnes gerechnet.

Ein Getriebe mit 15 Zähnen muß einen etwas kleineren Durchmesser haben, als 6 volle Zähne, oder einen etwas größeren, als 5 Zähne und die Spitze des sechsten.

Ein Getriebe mit 14 Zähnen muß 6 Zahnspitzen zum Maße haben.

Ein Getriebe mit 12 Zähnen muß 4 Zähne und die Spitze des fünften, oder, was dasselbe ist, $4\frac{1}{2}$ Zähne haben; zu Pendeluhren werden 5 volle Zähne genommen.

Ein Getriebe mit 10 Zähnen muß 4 volle Zähne haben.

Ein Getriebe mit 8 Zähnen muß 4 Zahnspitzen, weniger $\frac{1}{4}$ des Raumes zwischen 2 Zähnen haben; zu Pendeluhren werden 4 Zahnspitzen gebraucht.

Ein Getriebe mit 7 Zähnen muß etwas weniger als 3 volle Zähne haben; zu Pendeluhren 3 volle Zähne und $\frac{1}{4}$ des Raumes zwischen 2 Zähnen.

Ein Getriebe mit 6 Zähnen muß reichlich 3 Zahnspitzen haben; zu Pendeluhren 3 volle Zähne.

Wenn die Getriebe die Räder führen, müssen sie einen etwas größern Durchmesser haben.

Um die vortheilhafteste Figur, welche man den Zähnen geben muß, besser kennen zu lernen, ist es nothwendig, hier die Eigenschaften der krummen Linien zu entwickeln, welche unter den Benennungen Cykloide, Epicykloide und Hypocykloide bekannt sind. Die Cykloide oder Radlinie ist eine krumme Linie, von einem Punkte in der Peripherie eines Kreises beschrieben, welcher längs einer geraden Linie hinrollt, siehe Figur 60. Wenn der Kreis A längs B D hinrollt, wird der Punkt E, welcher in der Peripherie des Kreises liegt, die Cykloide oder Radlinie B E D beschreiben. Die Länge B D ist gleich der Peripherie des Kreises A. Die Epicykloide wird von einem Kreise beschrieben, welcher sich über einen Theil der Peripherie eines andern Kreises hinbewegt (siehe Fig. 61); wenn der Kreis A längs C M D hinrollt, wird der Punkt E die Epicykloide C E D beschreiben. Bewegte A sich inwendig auf der Peripherie des Kreises, so würde ein Punkt des Kreises A noch eine Art Cykloide beschreiben, nämlich G E′ H, welche Hypocykloide genannt wird. Dieselbe krumme Linie würde entstehen, wenn der beschreibende Kreis anstatt des Durchmessers T E′ einen andern hätte, welcher der Unterschied zwischen dem Durchmesser dieses und des ursprünglichen oder festen Kreises (des Theilkreises), also gleich der Entfernung von E′ nach

einem gegenüberstehenden Punkte G′ wäre. Wenn der Durchmesser des beschreibenden oder erzeugenden Kreises gleich der Hälfte des festen Kreises wäre, also z. B. K N, und dieser sich inwendig in demselben bewegte, so würden die verschiedenen Punkte der Peripherie K O N die gerade Linie F K J beschreiben, während K O N den ganzen festen Kreis durchliefe. Man kann sich leicht von dieser Eigenschaft überzeugen, wenn man einen Kreis = F G C J N in Pappe schneidet und in diesem Kreise einen andern von der Größe K O N laufen läßt; denn dann wird man sehen, daß ein Punkt, wie K, in der Peripherie K O N den Durchmesser des festen Kreises durchlaufen wird. Die Richtigkeit des Vorhergehenden läßt sich auf folgende Weise darthun. Der Durchmesser des kleinen Kreises, oder K N, ist die Hälfte des Durchmessers des großen Kreises; die Hälfte der Peripherie K O N muß also gleich einem Viertel der Peripherie des festen Kreises oder gleich N J sein. Der Punkt K würde nach F kommen, wenn die Bewegung des Kreises K N längs N F geschähe; ebenfalls würde der Punkt K nach J kommen, wenn die Bewegung längs K J geschähe; und der Punkt N würde in beiden Fällen nach K kommen. Wenn nun ein Viertel des Kreises K O N längs einem Achtel des großen Kreises hinrollte, so würde sich der Punkt O in G′ befinden und der Punkt K in R; denn K O ist = R G′, da K O die Sehne zu 90° in K O N ist, und R G′ ist die Hälfte der Sehne, welche 90° in einem Kreise entspricht, der doppelt so groß als K O N ist. Man könnte dieses auf solche Weise für alle Punkte in F J beweisen.

Man sieht in Fig. 61, daß C M D gleich der Peripherie des beschriebenen Kreises A ist, und daß, wie wir gesagt haben, der Punkt E die Epicykloide C E D beschreibt, während der Kreis A sich längs C M D bewegt. Dieselbe Epicykloide würde von dem Punkte E beschrieben werden, wenn sich A frei um seinen Mittelpunkt bewegte (dieser wird aber als fest angenommen), und wenn sich zugleich der Kreis C J N F um seinen

Mittelpunkt drehte. Auf ähnliche Weise würden, wenn sich der Kreis A a um seinen Mittelpunkt bewegte, während sich C J N F um den seinigen drehte, oder der Kreis K O N ebenfalls um seinen Mittelpunkt ginge, während sich der große Kreis umdrehte, die Hypocykloiden H E′ G und F K J beschrieben werden, von denen, wie erwähnt, die letzte eine gerade Linie werden würde.

Eine der Eigenschaften der Cykloide, Epicykloide und Hypocykloide ist, daß die Linie, welche man vom Berührungspunkte bis an den beschreibenden Punkt ziehen kann, immer senkrecht auf der krummen Linie steht. Fig. 62 zeigt eine Cykloide E e D, von dem Erzeugungskreise A D E beschrieben. Der beschreibende Punkt E, wie auch der Berührungspunkt A, verändern ihre Lage jeden Augenblick, während sich der Kreis längs der geraden Linie A bewegt. Indem wir aber für einen Augenblick den Punkt A als unveränderlich annehmen, auf solche Weise, daß sich der Kreis A D E ein wenig um diesen Punkt A drehen kann, wird der Punkt E den kleinen Theil E e des oskulirenden oder damit zusammenfallenden Kreises H E G beschreiben, welcher Theil, wie wir annehmen, unendlich klein ist, so daß wir den Bogen E e der Cykloide als einen Kreisbogen oder als einen Theil des Kreises H E G betrachten können. Die Linie A E steht senkrecht auf dem Kreise, da sie der Radius desselben ist; sie muß aber auch senkrecht auf der Cykloide stehen, da diese in E e mit dem Kreise A D E zusammenfällt. Dasselbe könnte man hinsichtlich aller Punkte der Cykloide, Epicykloide und Hypocykloide beweisen.

U, Fig. 63, sei ein Rad ohne Zähne, und der kleine Kreis N ein Getriebe ohne Zähne, welches, wie man annimmt, allein durch gegenseitige Berührung vom Rade geführt wird. Man sieht leicht ein, daß das Rad bei dem angenommenen Eingriffe mit der ganzen Kraft wirken werde, weil es senkrecht auf das Ende des Radius des Getriebes wirkt. Außerdem wird dieser

Eingriff so wenig Reibung verursachen, als nur möglich, denn das Eingreifen geschieht allein durch die Berührung zweier Punkte und in einerlei Richtung.

Wenn man daher die Zähne der Räder und Getriebe auf solche Weise bilden könnte, daß die Räder stets mit gleicher Kraft auf die Getriebe und nach einer Richtung beständig senkrecht auf den Radius des Getriebes wirken würden, so würde man den möglichst vollkommenen Eingriff hervorbringen. Untersuchen wir in dieser Rücksicht das Eingreifen der Radzähne in die Getriebe; nehmen wir an, daß der Radius R T ein Getriebzahn sei, daß die Linie R M S, die durch den Berührungspunkt M geht, senkrecht auf P T stehe, und daß die Linie S C senkrecht auf R M S sei, so ist es leicht zu beweisen, daß das Getriebe von R C, in dem Punkte R der Linie P T geführt, mit derselben Kraft geführt werden wird, wie diejenige, welche wir weiter oben angenommen haben.

Wenn das Loth Z, welches, wie man annimmt, mit dem Lothe Y in Gleichgewicht ist, anstatt auf den Hebel C M zu wirken, auf einen halb so großen Hebel oder auf C V wirkte, so würde, den Grundsätzen der Statik gemäß, die Kraft von Z verdoppelt werden; wenn aber der Hebel P X nur die Hälfte von P M wäre, so ist es einleuchtend, daß die Kraft in X doppelt so groß sein müßte, als die in M, um mit dem Gewichte Y im Gleichgewichte zu sein. Wenn daher C V seine Kraft an P X mittheilte, so würden Y und Z noch im Gleichgewichte sein. Dieß würde ferner stattfinden, wenn ein Viertel oder ein Achtel von C M auf ein Viertel oder ein Achtel von P M wirkte, und überhaupt in jedem Falle, wo die Entfernung des Punktes V von C in demselben Verhältnisse stände, wie die Entfernung des Punktes X von P.

In dem Falle, wo das Rad auf den Hebel P R wirkt, und wo man die Linie S M R als senkrecht auf P R annimmt, wird die Kraft des Rades, welche nach der Richtung S M R hin wirkt, durch die Linie C S dar-

gestellt werden können; folglich, weil CS : PR = CM : PM (da CSM und PRM ähnliche Dreiecke sind), wird die Wirkung von CS auf PR gleich der Wirkung von CM auf MP sein.

Aus dem Vorhergehenden können wir also folgenden Schluß ziehen: das Rad theilt dem Getriebe eine Kraft mit, die immer gleich derjenigen ist, welche wir weiter oben angenommen haben, wenn die Linie, welche durch den Berührungspunkt M der beiden Kreise geht, senkrecht auf dem Radius des Rades und dem des Getriebes oder senkrecht auf dem Radzahne und dem Getriebzahne steht.

Nehmen wir an, daß die Getriebzähne die in Figur 64 gezeigte Gestalt A, B, D, F haben, welche Figur würde in diesem Falle für die Zähne des Rades CM am zweckmäßigsten sein, um das Getriebe mit einer beständig gleichen Kraft, dem weiter oben aufgestellten Principe gemäß, führen zu können? Wenn ein Kreis, z. B. CM, einen Kreis wie ABDF von kleinerem Durchmesser führt, so wird, wie weiter oben entwickelt worden, ein Punkt, wie D, eine Epicykloide über dem großen Kreise beschreiben. Diese Epicykloide ist in CDE gezeigt, und indem wir die Zähne des Rades von dieser Figur machen, wird das Getriebe immer mit gleicher Kraft geführt, wie weiter oben bewiesen ist, daß die Linie DM senkrecht auf dem Getriebzahne steht.

Welche Krümmung würde sich am besten für die Zähne der Räder eignen, um nach richtigen Principien eingreifen zu können, wenn der Getriebzahn eine gegen den Mittelpunkt des Getriebes gerichtete Ebene wäre, so wie CD, Fig. 65. Um nun dieses zu untersuchen, beschreiben wir zuerst den Kreis MDdC, dessen Radius nur die Hälfte des ursprünglichen Radius des Getriebes ist, so daß das ursprüngliche Rad HM auf einmal sowohl das ursprüngliche Getriebe, als auch den Kreis MDdC führt, von welchem sich jenes um seinen Mittelpunkt C, dieser sich um den Punkt O dreht.

Durch die Umdrehung des Kreises M D d C wird der Punkt D die Epicykloide H D über der Peripherie des Rades, wie wir weiter oben auseinandergesetzt haben, beschreiben. Es ist aus der Geometrie bekannt, daß der Winkel im Halbkreise, nämlich derjenige, welcher seinen Scheitelpunkt in der Peripherie des Kreises hat, und dessen Schenkel durch die Endpunkte des Durchmessers gehen, ein rechter ist; folglich steht D M senkrecht auf C D. D M steht ferner, wie weiter oben auseinandergesetzt worden, senkrecht auf der Epicykloide; also ist die Linie, welche man aus dem Berührungspunkte der beiden Kreise bis zum beschreibenden Punkte, oder, was dasselbe ist, bis auf den Radius (oder den Getriebzahn) ziehen kann, senkrecht auf diesem; eine Bedingung, welche dem oben Auseinandergesetzten zufolge gefordert wird. Wenn also der Getriebzahn eine gegen den Mittelpunkt des Getriebes gerichtete Ebene ist, so soll der Zahn des Rades eine Epicykloide sein, von einem Kreise beschrieben, dessen Durchmesser die Hälfte von demjenigen des Getriebes ist, und der sich längs der Peripherie des Rades hinbewegt.

Man sieht nun, daß das Eingreifen von Rad und Getriebe immer nach diesen Grundsätzen geschehen wird, wenn die Krümmung des Getriebzahnes und des Radzahnes von einem und demselben Erzeugungskreise beschrieben wird, welcher sich inwendig in dem ursprünglichen Getriebe dreht, um den Getriebzahn zu beschreiben, der also nach einer Hypocykloide gebildet wird und sich auswendig auf dem ursprünglichen Rade bewegt, um den Radzahn zu beschreiben. Siehe Fig. 66. Der Kreis D M C ist kleiner als das ursprüngliche Getriebe A M E, und der Mittelpunkt desselben liegt in der Linie M F. Wenn sich dieses Getriebe vom M bis A und das Rad sich von M bis B dreht, so wird sich der Erzeugungskreis von M bis D bewegen, und der Punkt D wird eine Hypocykloide A D G auf der Fläche des Getriebes, eine Epicykloide B D H auf der Fläche

des Rades beschreiben, ganz in Uebereinstimmung mit der weiter oben gegebenen Darstellung. Diese beiden Cykloidallinien werden in dem Punkte D zusammenfallen, indem sie durch denselben Erzeugungskreis beschrieben sind. Die Linie D M wird senkrecht auf beiden stehen, und indem man also den Radzähnen die Figur B D H und den Getriebzähnen die Figur A D G giebt, werden sie beständig mit gleichförmiger Kraft in einander greifen.

Nach dieser Auseinandersetzung würde der Getriebzahn hohl werden, welches bei der Verfertigung mit sehr großen Schwierigkeiten verbunden wäre. Für die Getriebzähne ist die konvexe Form die zweckmäßigste; um diese aber zu erreichen, wird es nothwendig, daß der Erzeugungskreis einen größern Durchmesser habe, als der Radius des Getriebes, wie man in Fig. 67 sieht. M B ist das Rad, M A das Getriebe und M D der Erzeugungskreis, welcher die Epicykloide B a D auf der Ebene des Rades und eine kleine Hypocykloide A D E auf der Ebene des Getriebes beschrieben hat; diese ist erhaben und kann zur Bildung von Zähnen, die in der Uhrmacherkunst anwendbar sind, gebraucht werden.

Bei der bisherigen Betrachtung der Eingriffe wurde die Wirkung der Zähne immer in und nach der Mittelpunktslinie hin angenommen *). Da der Eingriff nur von dieser Linie aus statt haben darf, so würde es von keinem Nutzen sein, bei der Form zu verweilen, welche für Rad und Getriebzähne geeignet wäre, damit die Führung geschehen könne, bevor sich der Rad- und Getriebzahn in der Mittelpunktslinie befände. Wir wollen nur bemerken, daß es schwieriger ist, die Rad- und Getriebzähne bei Getrieben mit nur wenigen Zähnen so zu bilden, daß der Eingriff nicht

*) Mittelpunktslinie oder Centrilinie wird die gerade Linie genannt, welche den Mittelpunkt des Rades mit demjenigen des Getriebes verbindet.

stattfindet, ehe der Rad= und Getriebzahn in die Mittelpunktslinie kommt, als bei Getrieben mit vielen Zähnen. Der Beweis dafür ist folgender: D A, D B und D C, Fig. 68, seien drei Ebenen in einem Getriebe mit 8 Zähnen, welche von den Zähnen im Rade M N geführt werden. Nehmen wir an, daß das Rad einen fünf Mal so großen Durchmesser hat, als das Getriebe, so wird die Anzahl der Radzähne fünf Mal so groß sein, als die Anzahl der Getriebzähne oder 40; ein Zahn mit dem Zwischenraume, der an der Seite desselben ist, wird also 9° einnehmen, denn 360° mit 40, als der Anzahl der Zähne, getheilt, giebt 9, folglich ist der Bogen B E = 9°. Wenn man nun von E aus eine Epicykloide beschreibt, welche A D in G berührt, und die entgegengesetzte Seite des Zahnes G F von derselben epicykloidischen Figur macht, so sieht man sich genöthigt, um dem Zahne hinreichenden Raum zu geben, den Getriebzahn bis H B wegzuschneiden, und dieser wird daher sehr geschwächt werden. Um aber nicht so viel vom Getriebzahne wegzuschneiden, könnte man den Radzahn bis F K verkleinern. In diesem Falle würde aber die Spitze F des Zahnes nicht in dem Augenblicke auf A G wirken, in welchem der folgende Zahn B L in der Mittelpunktslinie wäre; sondern B L würde auf diese Weise B D geführt haben, bevor er in die Mittelpunktslinie gekommen wäre.

Im Praktischen sieht man sich indessen im Stande, sehr gute Eingriffe mit Getrieben von 8, 7, ja sogar 6 Zähnen zu verfertigen, indem man den Rad= und Getriebszähnen die vortheilhafteste Krümmung giebt und, ehe die Härtung der Getriebe vorgenommen wird, zu dem Ende die Eingriffe in dem Eingriffszirkel prüft, um, wenn es nöthig thäte, die Getriebzähne nachgehen zu können, bis die Führung des Rades und des Getriebes so leicht und gleichmäßig als möglich wäre.

Bei den Kronrädern sind die Zähne parallel, und in diesem Falle werden sie keine epicykloidische, sondern eine cykloidische Figur bekommen, damit der

Eingriff gleichförmig sein könne. Das Kronrad kommt bekanntlich nur in den sogenannten Spindeluhren vor.

Man sieht leicht ein, wie schwierig es in der Praxis sein würde, den Rad- und Getriebzähnen eine streng-richtige Figur zu geben; indessen nähert sich der geübte und geschickte Arbeiter dieser sehr bei der Ausführung. Doch das sicherste Mittel, um die Eingriffe so vollkommen als möglich zu machen, ist, den Rädern und Getrieben recht viele Zähne zu geben; denn dann braucht das Getriebe nicht so weit vom Rade geführt zu werden (letzteres braucht nicht so tief einzugreifen), und die Kraft wird mehr gleichmäßig verpflanzt. Die Eingriffe der Räder und Getriebe mit vielen Zähnen werden auch geringere Reibung verursachen, und eine Uhr, die auf diese Weise eingerichtet ist, wird einen kräftigern Regulator haben, als eine andere, deren Räder und Getriebe weniger Zähne haben, wenn die zu bewegende Kraft übrigens gleich ist.

Man unterscheidet, wie auch weiter oben schon bemerkt worden ist, zwei verschiedene Radien der Getriebe und Räder, nämlich den *urspünglichen* oder *primitiven* (den des Theilkreises) und den *vollen* oder *totalen*. Der ursprüngliche Radius, der den sogenannten *Theilkreis* beschreibt, und dessen *Ueberschuß* machen den vollen Radius aus; der Ueberschuß des ursprünglichen Radius ist der abgerundete Theil der Rad- und Getriebzähne. Bei den Rädern und Getrieben, die eine bedeutende Anzahl Zähne haben, wird dieser Ueberschuß geringer sein, als bei denen, die nur wenige Zähne haben, welches dem Gesagten zufolge bewirkt, daß sich die Größe der Getriebe (oder das Verhältniß zwischen ihrem Durchmesser und dem des Rades) nach der größeren oder geringeren Anzahl Zähne, welche die Räder und Getriebe haben, etwas verändert. Wenn die Getriebe nur wenige Zähne haben, muß der Zwischenraum zwischen denselben groß sein. Bei einem Getriebe mit 6 Zähnen muß der Zwischenraum zwei

Dritttheile, die Zähne ein Dritttheil einer ganzen Eintheilung sein, nämlich von der Vorderseite eines Zahnes bis zur Vorderseite des nächsten Zahnes; sowie die Anzahl der Zähne allmälig zunimmt, können diese voller und die Zwischenräume kleiner werden. Umgekehrt müssen Räder, welche Getriebe mit wenigen Zähnen führen, vollere, dickere Zähne haben, als diejenigen, welche in Getriebe mit mehreren Zähnen eingreifen.

Es ist ferner von der höchsten Wichtigkeit, daß die Zähne einander vollkommen gleich sind, sowohl der Größe, als der Entfernung nach, und daß ihre Enden oder Spitzen gleichweit vom Mittelpunkte entfernt sind. Dieses gilt sowohl von den Rad-, als von den Getriebzähnen. Die Härte und Politur der Getriebe vermindert die Reibung bei den Eingriffen, und die Leichtigkeit der Räder vermindert den durch die Trägheit verursachten Widerstand.

Es ist auch überaus wichtig, die Reibung der Zapfen des Räderwerkes auf die kleinstmögliche Größe zurückzuführen und sie unveränderlich zu machen, damit sich die bewegende Kraft mit aller nur denkbaren Gleichmäßigkeit bis zum Regulator verpflanzen könne, welches nothwendig ist, um so viel als möglich dieselbe Ausdehnung der Schwingungsbogen unterhalten zu können. Die Reibung der Zapfen des Räderwerks entsteht durch den Druck der Triebkraft und durch das Gewicht der Räder. Die Räder, welche der Triebkraft am nächsten sind, erfordern dicke Zapfen, um eine hinreichende Stärke zu haben und um sich nicht in die Löcher hinein zu arbeiten und diese zu erweitern, wodurch die Reibung vermehrt und zugleich der wahre Eingriffspunkt nach und nach verändern würde. Sowie sich die Räder allmälig weiter von der bewegenden Kraft entfernen, müssen die Zapfen weniger dick sein, weil sie einen geringeren Druck erleiden und größere Geschwindigkeit haben, als die Zapfen der ersten Räder und Getriebe, und weil es nothwendig ist, die Reibung so viel

als möglich zu heben, da diese sonst die Kraft verschlingen würde, welche bis zur Hemmung verpflanzt werden soll, um die Bewegung des Regulators zu unterhalten.

Die Zapfen müssen hart, rund und wohl polirt sein, ihre Ansätze flach, nicht zu groß und mit wohl abgeschrägten Kanten, um sich nicht in das tragende Stück hineinzuarbeiten. Die Löcher müssen rund, glatt und nicht größer sein, als es die freie Bewegung der Zapfen, mit Oel umgeben, erfordert. Ihre Seiten müssen mit den Zapfen parallel sein, damit sie in allen Punkten, ihrer ganzen Länge nach, den Druck der Zapfen tragen können. Löcher in Messing oder Gold müssen hinreichend gehämmert werden, damit die Poren der Metalle gehörig zusammengetrieben werden und letztere sich nicht zu geschwind abnutzen. Die Versenkungen fürs Oel müssen groß genug sein, um eine hinreichende Menge Oel aufzunehmen, damit dieses nicht zu geschwind austrockne, oder durch Vermischung mit den abgeschabten Metalltheilen zu geschwind dick werde. Die Wellen, welche den Getriebzähnen nahe sind, müssen konisch sein, aber so, daß der dickere Theil dem Zapfen am nächsten ist, weil sich das Oel alsdann vermittelst der Attraktion oder Anziehung am Zapfen hält und sich nicht bei den Getriebzähnen einschleicht, welches besonders in sehr flachen Uhren, wo diese Vorsichtsmaßregel versäumt ist, oft geschieht. Was die Zapfen des Hemmungsrades betrifft, so muß man diese in Steinlöchern und mit den Enden gegen Platten von Stein oder gehärtetem Stahle laufen lassen. Uebrigens folgt man dabei den Regeln, welche weiter oben, mit Rücksicht auf die Reibung der Zapfen des Regulators, gegeben sind.

Nichts scheint in so hohem Grade im Stande zu sein, die Reibung der größeren Zapfen des Räderwerkes zu vermindern und unveränderlich zu machen, als die Anwendung von Steinlöchern. Doch hat die Erfahrung genugsam bewiesen, daß es beinahe schädlich ist, die Zapfen der Schnecke, des Minutenrades und Mittel-

rades in Steinlöchern gehen zu lassen; denn man sieht, daß fast in allen Uhren, wo solches stattfindet, die großen Zapfen nach einigen Jahren mehr oder weniger beschädigt sind, während die feinen Zapfen der Hemmungstheile, welche in Stein gehen, sich unverletzt erhalten. Deshalb ist es nicht allein hinreichend, sondern sogar besser, die Zapfen der Schnecke, des Minutenrades und des Mittelrades in Löchern aus vorzüglichem Messing oder Gold gehen zu lassen; man kann sogar die Zapfen des Sekundenrades überaus gut in Messing oder Gold laufen lassen, welches letztere doch nicht feiner als 18karäthig sein darf.

Sechstes Kapitel.

Von der Hemmung.

A. Rückgängige Hemmungen.

Die Steigradshemmung *).

Diese Hemmung ist eine von denen, welche für die Hebeflächen kein Oel erheischen und lange Zeit im Gange bleiben, ohne daß man das Oel an den Zapfen und den übrigen Theilen zu erneuern braucht. Die Unregelmäßigkeiten, die man den Spindeluhren vorwirft, entspringen nicht immer aus ihrer Hemmung, wohl aber häufig aus der schlechten Ausführung derselben. Ungeachtet die Steigradshemmung in eine Art von Mißkredit gerathen ist, so gewährt sie dennoch, von geschickten Händen ausgeführt, sehr gute Resultate, indem sie bei wohlfeiler Herstellung Dauer darbietet. Gewöhnlich vertraut man sie weniger geschickten Arbeitern an, und daraus ergiebt sich um desto mehr Grund, sie nach richtigen Grundsätzen auszuführen.

*) Moinet, Traité d'horlogerie etc. Part. I, chap. VIII. Part. II, chap. III et V.

Diese Hemmung ist in Fig. 70 deutlich dargestellt. Man sieht hier die Unruhe A B und die in der Mitte derselben festsitzende Spindel C mit ihren Flügeln oder Lappen E F, in welche das Steigrad D eingreift. Oberer und unterer Spindellappen sind um mehr als einen rechten Winkel gegen einander geneigt. Der obere Theil des Steigrades muß den einen, der untere Theil den andern Lappen ergreifen. Da nun der eine Lappen nach dieser, der andere nach jener Richtung hinsteht, so können nicht zwei Zähne des Steigrades beide Lappen zu gleicher Zeit in Bewegung setzen. Zu derselben Zeit nämlich, wo der untere Zahn den untern Lappen zur Seite wirft, fällt der obere Lappen in einen oberen Zahn; und wenn dann umgekehrt der obere Zahn den obern Lappen zur Seite wirft, so fällt wieder der untere Lappen in einen untern Zahn. Und dieses Spiel dauert beständig fort, wenn die Bewegung durch keinen fremden Umstand unterbrochen wird. Die beschleunigte Bewegung und das schnelle Ausbreiten der Feder wird demnach dadurch aufgehalten; denn jeder Zahn des Steigrades muß doch erst einen Lappen zurückwerfen, ehe er frei wird, und dieses bewirkt immer einen ansehnlichen Zeitverlust, welcher eben die Maschine zum Zeitmesser brauchbar macht.

Herr Duchemin giebt über die Konstruktion der Steigradshemmung folgende Regeln, die aller Beachtung werth sind:

1) Die Oeffnung der Neigung der beiden Spindellappen gegen einander soll 100 bis 110° und selbst bis 115° betragen.

2) Der Radius der Lappen soll die Hälfte der Entfernung zwischen zwei benachbarten Zahnspitzen betragen.

3) Die Lappen sollen bis zum Mittelpunkte der Spindel eingeschnitten werden.

4) Die vordern und hintern Seiten der Lappen sollen mit einander parallel sein.

5) Die Dicke des vorderen Randes des Lappens soll einen mit dem Zapfen koncentrischen kleinen Kreisbogen bilden.

6) Die Zapfen sollen $\frac{1}{4}$ Radius des Lappens zum Durchmesser haben.

7) Die Zapfen sollen an ihrem Ende rechtwinkelig und eben abgeschnitten sein, um die Quantität ihrer vertikalen Reibung derjenigen der horizontalen Reibung zu nähern.

8) Die Länge der Zapfen soll gleich sein ihrem dreifachen Durchmesser.

9) Die Neigung der Steigradszähne gegen die Radachse soll 30° bis 35° betragen.

10) Die Dicke der Radzähne soll im Verhältnisse zur Kraft ihrer Wirkung stehen.

11) Ist das Rad aus Messing gefertigt, so thut man wohl, die Zähne desselben mäßig mit Salpetersäure zu ätzen.

12) Das Rad kann auch aus gehärtetem Stahl bestehen, nur muß man die Spitzen der Zähne nachlassen, poliren und ihnen etwas Oel geben.

13) Die Zapfen des Rades können gleiche Dicke mit denen der Spindel haben.

14) Die Koulisse muß auf 220° eingeschnitten sein.

15) Der ganze Hub der beiden Lappen muß 40° betragen, d. h. 20° auf jeder Seite.

16) Die Unruhe muß ohne Spiralfeder den Minutenweiser in der Stunde gegen 27 Minuten zurücklegen lassen.

Wenn, in Bezug auf letzteren Satz, zwei Uhren mit Steigradshemmung Federn von gleicher Triebkraft haben und dennoch die eine nur 14400 Schwingungen, die andere dagegen 18000 Schwingungen in der Stunde macht, so hat das Hemmungsrad der ersten Uhr, bei gleicher Triebkraft, weniger Umläufe, dagegen sicherlich eine größere Impulsionskraft, als das Rad der zweiten Uhr; und diese beiden Räder von ungleicher Kraft, welche den Minutenweiser durch eine gleiche Zahl von Minuten fortbewegen, werden Unruhen von verschiedenen Gewichten haben. Die Gewichte derselben werden im umgekehrten Verhältnisse zu ihren Schwingungen

stehen, und es ergiebt sich hieraus, daß die beiden Uhren mit Spiralfedern von gleicher Kraft regulirt werden können, weil die Zahl der Schwingungen einer jeden nur im Verhältnisse zum Gewicht ihrer Unruhe steht, und weil dieselbe Spiralfeder mit der schwereren oder größeren Unruhe, d. h. von 14400 Schwingungen, welche die geeignete Kraft für diese Schwere und diese langsameren Schwingungen besitzt, mit einer weniger schweren oder weniger großen Unruhe auch um so mächtiger sein und eben so gut für die rascheren Schwingungen, welche 18000 betragen, geeignet sein wird, wo die Unruhe verhältnißmäßig leichter ist. Die beiden Unruhen besitzen also Spiralfedern von gleicher Kraft, weil ihre Kraft im Verhältnisse steht mit dem Gewichte der Unruhe und der Zahl der zu bewirkenden Schwingungen, und endlich, weil die Unruhen in dem bestimmten Verhältnisse im Gewichte differiren, um die Spiralfedern in den Stand zu setzen, die bezeichnete Zahl von Schwingungen auszuführen.

In Bezug auf das Gewicht der Unruhen giebt es oft folgende interessante Aufgabe zu lösen:

Wenn eine Unruhe den Minutenweiser um 20 Minuten fortbewegt und zwar mit einer bestimmten Triebkraft, wie viel muß man vom Gewichte der Unruhe abnehmen, damit sie den Weiser um 26 Minuten fortbewege? Herr H. Robert hat diese Aufgabe durch folgende Formel gelöst.

Man erhebe die Zahl der Minuten, um welche der Weiser fortbewegt worden, und eben so die Zahl der Minuten, um welche er fortbewegt werden soll, aufs Quadrat; alsdann mache man eine Proportion, in welcher die erste Quadratzahl mit dem bekannten Gewichte der Unruhe multiplicirt und dann das Produkt mit der zweiten Quadratzahl dividirt wird. Der Quotient giebt das gesuchte Gewicht der Unruhe.

Beispiel. Eine Unruhe bewegt den Zeiger um 20 Minuten und wiegt 200 Milligramme. Welches

Gewicht muß die Unruhe haben, wenn der Zeiger um 26 Minuten fortbewegt werden soll:

$$20 \times 20 = 400.$$
$$26 \times 26 = 676.$$

Hieraus ergiebt sich die Proportion:

$$676 : 400 = 200 \text{ Milligr.} : x.$$
$$x = \frac{400 \times 200}{676} = 118\tfrac{232}{676}.$$

Der letztere Bruch ist ziemlich $\frac{1}{3}$. Vermindert man also das Gewicht der Unruhe von 200 Milligr. bis auf $118\frac{1}{3}$ Milligr., so wird sie den Zeiger in der Stunde um 26 Minuten fortbewegen.

Für diesen Zweck feilt man die Speichen oder Arme der Unruhe schwächer und dann den Umfang derselben, ohne jedoch das Gleichgewicht des Ringes zu stören. Man bedient sich hierzu einer sogenannten Vogelzunge; dann schleift man mit Oel und Bimsstein ab und polirt zuletzt mit einem Polirstahle.

Die zurückfallende Ankerhemmung *).

Fig. 71 stellt die erste zurückfallende Ankerhemmung für eine Sekundenpendeluhr dar, wie sie ein englischer Uhrmacher, Namens Clement, gegen das Jahr 1680 der Steigradshemmung substituirte. Um diese Zeit fing man an, bei der Pendeluhr einige konstante Regelmäßigkeit zu erhalten, indem der Anker das Pendel nur kleine Bogen beschreiben ließ. Der Anker B G A besteht aus zwei Armen, deren einer in A mit einer gekrümmten Portion endigt, die nach außen konvex und der Krümmung des Zahnes dieser Seite ziemlich konform ist. Der andere Arm, welcher in E endigt, ist von G nach E hin konkav. Die Zähne des sperrradartigen Rades wirken alternativ mit ihrer konkaven Seite auf die

*) **Moinet, Traité d'horlogerie, Deuxième Partie, chap. III, p. 133.**

beiden krummen Hebeflächen dieser Arme. Die ersten Pendeluhren mit dieser Hemmung wurden, wegen ihrer verhältnißmäßig größeren Regelmäßigkeit, königliche genannt. Zurückfallend wird diese Hemmung genannt, weil der Zahn des Hemmungsrades, welcher der Richtung der bewegenden Kraft folgt, immer erst wieder etwas zurückgehen muß, ehe er dem Pendel von Neuem eine Bewegung mittheilt. Das kann freilich nicht ohne einigen Verlust an Kraft und ohne ziemliche Reibung geschehen, weshalb der Engländer Graham später die ruhende Ankerhemmung erfand, die wir weiter unten näher kennen lernen werden.

B. Ruhende Hemmungen.

Die Cylinderhemmung *) und die von Breguet erfundene Steincylinderhemmung.

Die Cylinderhemmung wurde von dem Engländer Graham erfunden, und sie ist in Fig. 72 und folgende abgebildet worden. Die geneigten Flächen, welche bei dieser Hemmung für Taschenuhren die Hebung bewerkstelligen, sitzen auf dem Hemmungsrade A, Fig. 72, und haben diese Konstruktion, um die Ausdehnung der Schwingungen der Unruhe zu erleichtern, die $\frac{3}{4}$ des ganzen Umkreises durchlaufen kann. Der innere Durchmesser des Cylinders B, Fig. 72, ist gleich der Länge e d eines Zahnes A, Fig. 78, oder e, Fig. 72, so daß der Cylinder sich um den Zahn herumdrehen kann.

Die geneigte Ebene des Zahnes wirkt abwechselnd auf die beiden Lippen des Cylinders d c Fig. 72, oder f c, Fig. 78, und nöthigt den Cylinder, sich abwechselnd nach der einen oder der andern Seite zu drehen, je nachdem auf die eine oder die andere Lippe gewirkt wird.

*) Moinet, Traité etc. Part. II, chap. V, pag. 339.

Die Lippe f des Cylinders ist abgerundet, um die Reibung beim Eintritte des Zahnes zu mildern; die andere Lippe d c ist abgeschrägt, wie in Fig. 78, welche den Grundriß des Rades darstellt, ersichtlich wird. Die krumme Figur c d i e f ist der Querdurchschnitt des Cylinders rechtwinkelig zu seiner Achse, welche durch den Mittelpunkt A ausgedrückt wird. Diese Lippe d c des Cylinders hebt nun der Zahn, wenn er sich vorwärts bewegt und von dem Mittelpunkte des Cylinders entfernt. Der Ausschnitt e des Cylinders Fig. 72 und Fig 74, der unter der Lippe d tiefer ausgeführt worden, soll die Ausbreitung der Bogen des Cylinders möglich machen, welcher sonst an den Theil e Fig. 72 des Zahnes stoßen würde. Der Cylinder B trägt in C einen Zeiger, der nur momentan aufgesetzt ist, um auf einer in Grade abgetheilten Scheibe D die Bogen anzuzeigen, welche die Hemmung durchlaufen läßt. Diese beiden letztern Stücke, der Zeiger und die in Grade eingetheilte Scheibe, gehören eigentlich nicht zur Hemmung, sondern dienen nur dazu, um die Ausdehnung der Hebungsbogen zu messen, welche die geneigten Ebenen der Zähne durch ihre Wirkung auf die Lippen des Cylinders hervorbringen, und um die Stelle auf der Unruhe zu bestimmen, wo der Anschlagestift angebracht werden soll, der den allzuweiten Schwingungen Grenzen setzt. Man bedient sich dieses Apparates auch, wenn die geneigten Flächen der Zähne mit einer Krümmung versehen sind, um danach beurtheilen zu können, ob die Führung gleichförmig sei. In Fig. 78 erblickt man die Fig. 72 umgekehrt.

Die Fig. 75 stellt, ohne die punktirten Linien, den einfachen Cylinder dar, ehe die Achsenstücke eingesetzt worden sind, an welchen sich unten die eigentlichen Zapfen befinden. Fig. 76 ist das obere Achsenstück, auf welches die Unruhe zu liegen kommt. Dasselbe ist so abgedreht, daß der Theil desselben f ziemlich gedränge in das Innere des Cylinders bei f, Fig. 75, eingesetzt werden kann. Dieses Stück trägt in der Mitte einen

kleinen stählernen Stift h, aus welchem der Zapfen gebildet wird; n ist derjenige Theil des Achsenstückes, wo die Unruhe aufgenietet wird. Fig. 77 ist das untere Achsenstück des Cylinders von derselben Stärke. Es wird in das untere Ende des Cylinders eingesetzt und enthält ebenfalls in seinem Mittelpunkte einen stählernen Stift, welcher den untern Zapfen abgiebt. In Fig. 74 erblickt man den Cylinder, mit seinen Zapfenstücken und seinen Zapfen versehen, so daß nur noch die Unruhe fehlt.

Der innere Durchmesser des Cylinders ist gleich der Länge eines vollendeten Zahnes mit sehr wenig Spielraum; der äußere Durchmesser hat den Zwischenraum der Zähne des Rades, ebenfalls mit sehr wenig Spielraum, zum Maßstabe. Dieser Zwischenraum begreift den Raum eines ausgeschnittenen Zahnes nebst der doppelten Dicke der Fräse, mit welcher das Rad geschnitten worden ist. Hieraus ergiebt sich, daß die Dicke der Fräse sich nach der Wandstärke des Cylinders richtet, indem beide einander gleich sind. Der Betrag der Hebung der Hemmung ist abhängig von der größeren Breite oder dem Hervortreten aus dem Rade der geneigten Fläche der Zähne, und die Breite bestimmt auch, wie weit man den Cylinder einschneiden müsse, um seine beiden Lippen zu bilden.

Die Lage des Cylinders, in Betreff des Rades, muß von der Art sein, daß, wenn der Zahn sich im Innern des Cylinders befindet, wie in A, Fig. 78, die Länge der geneigten Fläche den innern Durchmesser mit sehr wenig Spielraum, den man erst zuletzt giebt, bilden muß, wie es hier der Fall ist, d. h., mit andern Worten, der Mittelpunkt A des Cylinders muß die gerade Seite d e der geneigten Fläche in zwei gleiche Theile theilen und gerade auf den Rand dieser Fläche fallen. Auf diese Weise wird 1) die Hebung der Hemmung ziemlich gleichförmig wirken, denn in Fig. 78 ist der Berührungspunkt der geneigten Fläche auf dem Cylinder, welcher die Bewegung am meisten begünstigt, in a Fig.

78 gelegen, dessen kreisförmige Richtung durch den Mittelpunkt A des Cylinders läuft. Nun wirkt der Berührungspunkt f des Anfangs der Führung, der Konstruktion nach, eben so viel, oder doch ziemlich eben so viel, innerhalb der Linie oder Kurve a A als der Punkt e am Ende der Führung außerhalb dieser Linie; 2) es geht durch das Abfallen keine Kraft verloren.

Es verdient hier noch bemerkt zu werden, daß man zur Ausführung eines Cylinderrades mit einem sehr guten Schneidzeuge und außerdem noch mit einem Apparate versehen sein muß, dessen man sich zum Ausschneiden der mit U bezeichneten Theile bedient. Auch bedarf man der in Fig. 72 angedeuteten und in Grade getheilten Scheibe mit Zeiger, um sich von der Richtigkeit der Herrichtung der Lippen des Cylinders zu überzeugen. Endlich bedarf man noch eines anderen Apparates, um die geneigten Flächen unter einander abzugleichen. Wenige Künstler besitzen alle diese Werkzeuge und Apparate; auch muß man viele Sorgfalt darauf verwenden, sie zu reinigen und von Neuem einzuölen, wenn sie einige Zeit unbenutzt geblieben sind, um sie in einen solchen Zustand zu versetzen, daß sie wieder zuverlässige Dienste leisten. Solche Künstler, welche deshalb in der Ausführung dieser Art von Hemmungen wenige Uebung haben, thun weit besser, die Cylinderhemmungen von solchen Arbeitern zu beziehen, die Jahr aus, Jahr ein, sich blos hiermit beschäftigen. Aus der Schweiz bezieht man sehr gute und verhältnißmäßig wohlfeile Cylinderhemmungen, und auch in Paris können wir einige Künstler nachweisen, von denen man die Cylinderhemmungen sehr gut bezieht. Dahin gehören unter andern: M. Parent, rue de la Monnaie Nr. 7 au bas du Pont-Neuf; M. Jannissot, rue de l'Arbre-Sec Nr. 26; und M. Sauvage, rue St.-Honoré Nr. 94, ein Schüler des Herrn Parent.

Um den Mechanismus dieser Hemmung zu begreifen, thut man wohl, die Formen eines Cylinderrades genau ins Auge zu fassen, zuerst in den perspektivischen Figuren,

welche wir in Fig. 72, 73, 74 und 75 gegeben haben. Fig. 73 giebt das Rad im geometrischen Aufriß. Die Verhältnisse sind indessen in allen Figuren übertrieben, weil Berthoud, aus dessen Werk wir sie kopirt haben, von messingenen Rädern spricht und dieselben weit stärker angiebt, als man sie zu seiner Zeit ausführte, so daß noch viel, wenn die letzte Hand angelegt wurde, abgenommen werden mußte. Heut zu Tage macht man die Räder aus Stahl und weit leichter, so daß die Stärken der einzelnen Theile kaum den dritten Theil von den hier angegebenen betragen.

Man hat zu verschiedenen Zeiten eine Modifikation an der Cylinderhemmung angebracht und auch wieder aufgegeben, man hat nämlich der geraden Linie der geneigten Fläche des Zahnes eine krumme Linie substituirt, um ein gleichförmiges Verhältniß zwischen dem Fortschritte des Rades während der Hebung und den Bogen herzustellen, welche es dann die Unruhe, während der kurzen Dauer dieser Hebung, durchlaufen läßt. Alexander Cumming, ein englischer Uhrmacher und Mitglied der Philosophical Society zu Edinburgh, scheint der erste gewesen zu sein, der gegen das Jahr 1776 auf diesen Gedanken kam. Zu dieser Krümmung benutzte er einen Theil der Peripherie, welche man mit dem halben Radius des Rades beschreibt. Die Fig. 79 erläutert diesen Gedanken. Er nimmt die gegenwärtige Oeffnung des Cylinders a, b, c an. Die krumme Hebefläche seines Zahnes in c, deren Mittelpunkt in d oder e liegt, wurde anfänglich in der Schweiz angenommen, dann wieder aufgegeben und in der neuesten Zeit wiederum allgemein als Regel befolgt. Manche Künstler sind indessen darüber noch nicht einig, ob der ersten Form des Zahnes, nach welcher er eine geradlinige, schiefliegende Fläche besaß, wie ihn Graham ausführte, oder der krummlinigen Form des Zahnes, welche zuerst Cumming einführte, der Vorzug einzuräumen sei.

Die Grundregeln, nach welchen diese Cylinderhemmung ausgeführt werden muß, wären demnach folgende:

1) Des Cylinders größter Durchmesser (von der einen äußern Seite desselben bis zur andern) muß fast gleich der Entfernung zweier Zähne des Hemmungsrades sein. Ferner muß der innere Durchmesser (von der einen innern Seite bis zur andern) ein klein wenig größer sein, als die Länge eines Zahnes.

2) Die Anzahl der Grade auf dem Umkreise des Cylinders bestimmt die Linie, bis zu welcher dieser eingeschnitten werden soll. Berthoud und Jürgensen erklären sich dafür, daß man die Hälfte weniger 20°, also 160° wegschneidet, so daß 200° zurückbleiben, siehe Fig. 85.

Gegenwärtig giebt man indessen, wie auch Fig. 79 zeigt, dem vollen Theile des Cylinders, mit Einschluß der abgerundeten Eintrittslippe f und der abgeschrägten Austrittslippe c d, höchstens etwa 190°, so daß in dem Augenblicke, wo der hintere Winkel des Zahnes den Rand der Lippe f verläßt, welche er bis nach e zurückbewegt hat, die Spitze d desselben Zahnes auf die hintere Ruhe des Randes der Austrittslippe d c fällt, aber nur so viel davon, als zur Sicherheit der Ruhe nöthig ist, d. h., um nicht die geneigte Fläche der Lippe zu erreichen, was ungefähr 3° beträgt.

Wir sagen ungefähr, weil diese Grade so nahe an ihrem Mittelpunkte nur genau mittels der in Grade getheilten Scheibe D und ihres Zeigers C, Fig. 72, geschätzt werden können, und man diesen Apparat nicht immer zur Hand hat.

Wenn man dieser Sicherheit von 3° den kleinen Theil der Hebung hinzufügt, welcher durch die geneigte Fläche der Austrittslippe c d oder durch die Abrundung der Eintrittslippe f, Fig. 78, bewirkt wird und etwa 5° beträgt, so hat man zum halben Umfange des Cylinders noch 8° hinzuzufügen, was 188° für die Wandung des Cylinders beträgt, welche man stehen lassen muß, ganz abgesehen von dem untern, weit beträchtlichern Ausschnitte, der für den Zweck angebracht ist, die Berührung mit den U-förmigen Ausschnitten des Hem-

mungsrades zu vermeiden. Da es nun keineswegs leicht ist, so kleine Quantitäten genau zu bestimmen, so haben wir den vollen Theil der Ruhe des Cylinders weiter oben zu 190° angenommen. Herr Professor Dumontier macht die Ruhe für den Cylinder sogar nur = 185°, so daß 175° davon weggeschnitten werden.

3) Die Lippen des Cylinders, d. h., die Theile, auf welche die geneigten oder Hebeflächen des Rades wirken, müssen so gestaltet sein, daß die erste abgerundet und die andere nach innen zu abgeschrägt ist.

4) Das Rad muß so gestellt sein, daß die Mitte des Zahnes in den Mittelpunkt des Cylinders fällt.

5) Die Hebung dieser Hemmung muß im Ganzen 40° betragen, nämlich 20° an der einen und eben so viel an der andern Lippe.

6) Der Zahn oder die Hebefläche sollte so geformt sein, daß sie den Cylinder mit einer gleichförmigen Bewegung so führte, daß, wenn der Zahn des Rades $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ seines Weges zurückgelegt hat, der Cylinder genau in demselben Verhältnisse vorgeschritten ist; da aber der Widerstand der Spiralfeder am Ende der Hebung des Zahnes stärker wird, als im Anfange, so läßt man die Hebung Anfangs stärker sein, als zuletzt. Zu dem Ende schrägt man die Hebefläche vorn stärker ab, als hinten.

7) Die Spiralfeder muß so gestellt sein, daß die Lippen des Cylinders immer gleich weit vor dem Zahne oder der Hebefläche hervorstehen; da sich die Uhr sonst nicht nach einem Stillstande selbst in Gang setzen könnte, weil der Zahn einen zu großen Widerstand an dem meist hervorstehenden Zahne finden würde.

Dieß sind die allgemeinen Regeln für die Cylinderhemmung, von welcher Konstruktion sie auch sein möge. Man macht bei dieser Hemmung das Rad jetzt gewöhnlich aus Stahl und den Cylinder aus gehärtetem Stahl. Obgleich eine solche Metallhemmung sehr gut ist, so hat man doch auch Beispiele, daß sie sich nach wenigen Jahren schon abgenutzt hat. Um dieser Unvollkommen-

heit abzuhelfen, hat man steinerne Cylinder, statt stählerner, angewandt. Die beste Art, diese Hemmung einzurichten, ist die nachstehend beschriebene*), von Breguet ersonnene.

Fig. 80 zeigt den Theil des Cylinders, auf welchen das Rad wirkt; er ist aus Rubin geschliffen und nach den oben angeführten Regeln, mit Rücksicht auf Größe, Form u. s. w. ausgeführt. Fig. 81 zeigt den Theil, der den Steincylinder trägt; a b c ist eine cylinderförmige Vertiefung, in welche der Stein befestigt wird. Fig. 86 ist die Achse, auf welche man den Cylinder setzt, und welche die Unruhe trägt, die bei u b aufgenietet wird. Den Cylinder setzt man auf die Welle c d, auf welche er genau paßt. Die Zapfen e und f sind weder konisch, noch cylinderförmig, sondern so, wie man in der Zeichnung sieht. Sie bewegen sich in Stein, so daß diese Form den Löchern nicht nachtheilig sein kann, sondern für das Ganze nützlich ist, indem sich die Zapfen freier bewegen können.

Wenn der Cylinder auf seine Achse gesetzt und zugleich die Unruhe auf dieselbe befestigt ist, kann man ihn auf folgende Weise plantiren: Zuerst macht man für den obern Zapfen einen kleinen stählernen Steg mit einem Rohre, wie Fig. 84 zeigt. In dieses Rohr faßt man bei a b einen Stein mit Zapfenloch. Die Form dieses Steins und dessen Durchschnitt sieht man in Fig. 82 und 83. Der inwendige Durchmesser des Rohres ist so groß, daß sich die Unruhachse frei in demselben, der äußere so, daß sich der Cylinder frei um denselben bewegen kann. Ist der Steg auf diese Weise eingerichtet, so kann man die Achse und den Zapfen des Cylinders hineinsetzen, wie Fig. 87 zeigt. Man sieht, daß der Cylinder fast eine Umdrehung zu machen im Stande ist, da der Arm des Steges gerade in den Einschnitt g k hineingehen kann. Für den untern Zapfen f bringt man in der Uhr einen Kloben K, Fig. 88, an, der ebenfalls

*) Urban Jürgensen, höhere Uhrmacherkunst. Kap. VII, S. 138.

mit einem Steinloche versehen ist. Fig. 88 zeigt das Rad mit seinem Getriebe, wo die Form der Zähne sehr von der bei der gewöhnlichen Cylinderhemmung verschieden ist; die Krümmung der Hebefläche ist aber gerade dieselbe.

Man bemerkt, daß das Rad nicht mehr, als die Dicke eines Kartenblattes von oben in den Cylinder hineingeht.

Oel ist für diese Hemmung ganz unentbehrlich. Die dickere Form der Zähne an der Stelle, wo sie in den Cylinder eingreifen, macht, daß sich das Oel, vermittels der größeren Attraktion, hier hält, welches einen wesentlichen Vortheil gewährt.

Beim Schlusse dieses Artikels erhalten wir noch die Bemerkungen von J. Wagner, neveu (Paris, rue Montmartre 118), über die einfachen Hemmungen in der Uhrmacherkunst im Bulletin de la Société d'Encouragement 1847, p. 1 — 55, und verfehlen nicht, die Ansicht des anerkannten Künstlers über die Cylinderhemmung im Auszuge mitzutheilen.

Bei der Cylinderhemmung müssen folgende Bedingungen erfüllt werden:

1) Die Unruhe muß möglichst große Schwingungen vollenden können, welche sogar einen Bogen von 350° einnehmen können; 2) die Bewegung darf durch Erschütterung nicht gehemmt werden. Die Wichtigkeit einer guten Herstellung dieser Hemmung hat zwar die Aufmerksamkeit vieler Künstler auf dieselbe gezogen; doch sind bei ihr noch nicht alle Beziehungen, und namentlich noch nicht die geometrischen Bedingungen ihrer Wirkung, vollkommen erschöpfend behandelt worden.

Die Bedingungen, durch welche ein Stehenbleiben vermieden werden kann, sind bekannt und brauchen hier nicht weiter auseinander gesetzt zu werden. Bei der Erörterung der übrigen Verhältnisse ist vorerst der Cylinder so angenommen, als habe er keine Wandstärke, oder es wird nur die Mittellinie seiner Masse zunächst in Betracht gezogen.

Fig. 90 ist ein Hemmungsrad von 6 Zähnen angenommen, bei welchem daher jeder Zahn den 12. Theil vom Umfange dieses Rades einnimmt, z. B. den Winkel nao; in o mag die Spitze des Zahnes liegen, die gegen die Ruhe des Cylinders reibt. In diesem Punkte o muß man die Tangente om rechtwinkelig gegen den Radius ao ziehen und auf dieser Tangente den Drehungspunkt für die Hemmung annehmen, wenn man den möglichst geringsten Reibungswiderstand während des Ganges erlangen will. Das andere Ende des Zahnes bestimmt sich durch den Durchschnittspunkt k der gezogenen Tangente om mit dem verlängerten Radius an, der den von dem Zahne zu überspannenden Centriwinkel begrenzt (hier = 30°). Wird nun die Wanddicke des Cylinders vernachlässigt, so giebt die Linie ok den Durchmesser des Cylinders, folglich der Mittelpunkt derselben x auch die Schwingungsachse dieses Cylinders an. Hier sind die Lage der Reibungsfläche des Zahnes und der Cylinderdurchmesser Größen, welche bei gleichem Durchmesser des Hemmungsrades und, bei gleicher Zähnezahl, konstante Wirkung haben.

Es ist hiernach auch leicht, die Größe des Winkels zu bestimmen, in welchem der Cylinder die Bewegungsübertragung von der schiefen Fläche des Zahnes aus erhält, oder den Hebungs- oder Stoßwinkel (angle de levée). Verlängert man nämlich den Halbkreisbogen ok und zieht die Grade xl nach dem Durchschnittspunkte des verlängerten Bogens mit dem Theilkreise des Hemmungsrades, so erhält man in dem Winkel kxl den Hebungswinkel für ein Hemmungsrad mit 6 Zähnen. Dieser Hebungswinkel ändert sich nun also nur mit der Anzahl der Zähne des Hemmungsrades, und zwar wird er desto kleiner, je größer die Anzahl der Zähne gewählt wird.

Um den Zusammenhang zwischen der Größe des Hebungswinkels und der Zähnezahl des Hemmungsrades nachzuweisen, ziehe man die Centrale aF, welche durch die Achse des Hemmungsrades und des Cylinders geht,

und den Halbmesser al; ferner halbire man den Hebungswinkel kxl durch die Linie xp; dann sind die Dreiecke alx und aox kongruent, sowie wegen der rechtwinkeligen Lage von mo gegen oa, px gegen xa und lx gegen la, die halben Hebungswinkel, mxp und pxl, den Centriwinkeln oax und xal gleich. Nun ist zwar der Winkel lao etwas größer, als der Winkel nao, welcher $\frac{1}{12}$ vom Umkreise beträgt, allein es ist leicht zu übersehen, daß der Unterschied beider, nämlich lan, mit vermehrter Zähnezahl des Hemmungsrades kleiner wird, so daß fast genau der Hebungswinkel der Hemmung gleich der Zahl 360, dividirt durch die doppelte Zähnezahl des Hemmungsrades, ist. Hierzu ist nun noch der Theil der Bewegung des Cylinders zu rechnen, welchen dieselbe vermöge der Abrundung der Cylinderwand oder Schärfe erhält, ein Theil, der 5 — 10° betragen kann, aber sich recht gut auf 4—5° reduciren läßt.

Viele Uhrmacher befinden sich insofern im Irrthume, als sie glauben, es sei möglich, bei gleicher Zähnezahl die Hemmung nach Belieben durch 20, 30 und 40 Grade und mehr hindurchzutreiben, und dadurch der Unruhe eine größere Bewegungskraft mitzutheilen. Es läßt sich aber leicht nachweisen, daß die Verhältnisse sich nicht so gestalten; zunächst läßt sich nämlich leicht sehen, daß die Stoßfläche ok mit der Basis ol des Zahnes stets einen Winkel bildet, der halb so groß ist, als der Hebungswinkel des Cylinders, ein Zusammenhang, welcher auf einem geometrischen Satze beruht. Will man daher die Hebung des Cylinders vermehren, so muß man auch gleichzeitig den für den Zahn erforderlichen Mittelpunktswinkel vergrößern. Es läßt sich nun kol als ein Keil oder eine schiefe Ebene ansehen, welche eine Kraft auf den Cylinder überträgt und denselben dabei vorwärts schiebt. Der zu überwindende Widerstand steht zur Kraft der hier vorhandenen Lage der Kräfte im Verhältniß der Grundlinie der schiefen Ebene zur Höhe, d. h. im Verhältniß ol zu kl. Wenn daher bei einer bestimmten Ausführung des Zahnes nach dem Verhältnisse dieser

Linien der Widerstand das Sechsfache der Kraft ist, und man will dann bei doppelter Hebung den Cylinder um den doppelten Winkel vorwärts bewegen, so ändert sich das Verhältniß der schiefen Ebene natürlich so, daß der zu überwindende Widerstand nur der Zahl 3 proportional ist, weshalb das, was an Weg gewonnen wurde, an Kraft verloren geht, so daß die Größe der übertragenen Bewegkraft sich in beiden Fällen gleich bleibt.

Wenn es daher ohne weitere Berücksichtigung der Widerstände gleichgültig scheint, wie groß man die Hebung des Cylinders macht, so läßt sich doch eben so, wie früher, anführen, daß, mit Beachtung des Umstandes, daß eine möglichst geringe Reibung entstehen soll, sich das Gesammtverhältniß etwas ändert. Je mehr man nämlich die Höhe k l der schiefen Ebene vergrößert, desto länger wird die Stoßfläche k o, desto größer der Reibungswiderstand; gleichzeitig wird der Cylinderdurchmesser größer und daher die Reibung am Ergänzungsbogen beträchtlicher. Soll der Cylinder eine Oeffnung von 180° behalten, um der Unruhe die möglichst größten Schwingungsbogen zu gestatten und ein Aufhalten zu verhindern, so muß der Mittelpunkt des Cylinders in der Mitte der geraden Hebungsfläche des Zahnes liegen, also bei einer größern Hebungshöhe, z. B. in x′ am Zahne E in Fig. 89; dann liegt aber die Schwingungsachse nicht in der Tangente an dem Theilrisse des Hemmungsrades, und es entsteht, nach dem früher Angeführten, eben dadurch eine Vermehrung des Reibungswiderstandes.

Fast alle jetzt angeführten Hemmungen tragen die hier angedeuteten Fehler, und doch ist es möglich, ohne Verrückung der Schwingungsachse von der Tangente eine größere oder geringere Hebung, als hier angegeben wurde, zu erzielen, wenn man die Cylinderöffnung verändert. Will man z. B. eine Hebung erhalten, die 5° größer ist, als hier angegeben wurde, so muß man die Cylinderöffnung, statt 180°, zu 185° annehmen, und umgekehrt. Je weiter man aber den Cylinder öffnet, in desto

engere Grenzen schließt man den Schwingungsbogen der Unruhe, was ebenfalls bedenklich ist. Hiernach ist als fest begründet anzunehmen, daß, wenn man die Cylinderöffnung zu 180° beibehält, jede Vermehrung der Hebung nur durch vermehrten Reibungswiderstand erkauft wird; es findet dasselbe auch bei einer Verminderung der Hebungshöhe statt.

Legt man nämlich die Schwingungsachse, von der Linie o k, Fig. 90, aus genommen, wieder nach a zu, so erhält man in derselben Art, wie früher, eine Vermehrung des Reibungswiderstandes wegen der entstehenden Kraftzerlegung. Außerdem ergiebt sich noch ein weiterer Uebelstand durch Verminderung der Hebungshöhe; sobald nämlich die Stoßfläche eines Zahnes anfängt, den Cylinder zu heben, so hat dieser bei seiner Bewegung unter Einwirkung der Spiralfeder fast die größte Geschwindigkeit erlangt; das Hemmungsrad selbst aber geht eben erst aus dem Zustande der Ruhe in den der Bewegung über, muß also die Trägheit der eignen Masse überwinden und wird daher beim Anfange der Hebung eine geringere Geschwindigkeit haben, als später. Unter diesen Umständen ist es möglich, daß die Zähne des Hemmungsrades erst einen Theil ihres Weges durchlaufen, bevor sie die Schneide des Cylinders erreichen. Ist nun aber die Höhe der Hebung gering, und man nimmt etwa an, daß 3° der Hebung durch den vorhergehenden Umstand verloren gehen, so wird eine weit geringere Kraftübertragung an den Cylinder übrig bleiben, als wenn die Hebung größer ist. Es ist zugleich aber zu beachten, daß, je später die Berührung zwischen Zahn und Cylinder eintritt, ein desto stärkerer Stoß auch vermöge der Geschwindigkeitsdifferenz entstehen muß, und daß es daher nur vortheilhaft sein kann, die ganze Einrichtung so zu treffen, daß die Bedingungen zur Entstehung eines solchen Stoßes möglichst vermindert werden.

Das Letztere kann aber theils erreicht werden durch ein möglichst leichtes Hemmungsrad, theils durch die

entsprechende Form der den Zähnen zu gebenden Stoßflächen.

Die Form der Stoßflächen oder Reibungsflächen der Zähne wird sehr verschieden hergestellt. Ueberhaupt macht man die Stoßflächen entweder eben, oder konkav, oder konvex, und in letzterem Falle entweder so, daß während der Hebung die Bewegung des Cylinders proportional mit der des Hemmungsrades ist, oder so, daß die Wirkung der Bewegkraft proportional dem wachsenden Widerstande der Feder ist.

Die ebene Stoßfläche ist bei dem Zahne F in Fig. 91 dargestellt; sie soll folgende Vorzüge haben: 1) wegen größter Kürze den geringsten Reibungswiderstand geben; 2) an jedem Punkte soll eine gleichförmige Kraftwirkung und deshalb auch die geringste Abnutzung vorhanden sein; 3) der Widerstand der Unruhe soll hierbei in allen Punkten gleichförmig sein; 4) es soll die geringste Bewegkraft erforderlich sein. Namentlich wird diese Zahnform von Henri Robert in einer kleinen Schrift empfohlen; es scheint aber, daß alle 4 Punkte die Zahnform nicht als Vorzüge treffen. Führt man nämlich die in Fig. 94 angedeutete Konstruktion aus, welche die gleichzeitigen Wege des Cylinders und des Zahnes mit einander vergleichen läßt, so zeigt sich, daß, während der Zahn von s bis v geht, der Cylinder ungefähr durch $\frac{1}{12}$ der ganzen Hebung geschoben wird, und daß, während der Zahn das letzte Sechstheil seiner Bewegung vollendet, der Cylinder durch das Stück o p in die Höhe geschoben wird. Da nun das Hemmungsrad stets mit gleicher Kraft bewegt wird und sich die Pressungen umgekehrt verhalten, wie die zurückgelegten Wege, so zeigt sich, daß der von dem Zahne an den Cylinder übertragene Druck anfänglich ungefähr 9 mal so groß ist, als zuletzt. Dabei findet nun von Seite der Spirale das Verhältniß statt, daß sie eine stärkere Spannung annimmt, je weiter der Cylinder vorwärts geschoben wird; wird dieser Unterschied nur im Verhältniß von 1 : 3 angenommen, so ergiebt sich schon ein Unterschied in der Pressung gegen den

Zahn anfänglich und zuletzt im Verhältniß von 1 : 27, wodurch eine sehr ungleiche Abnutzung der Reibungsflächen bedingt wird, noch ganz abgesehen von dem hier jedenfalls zu beachtenden Umstande, daß die Berührung zwischen Zahn und Cylinder erst ein Stück hinter dem Anfange des Zahnes stattfinden und dadurch ein Stoß verursacht wird.

2) Aus dem über die geradlinige Zahnbegrenzung Angeführten wird sich leicht ableiten lassen, daß eine konkave Zahnform als noch unpassender erscheinen muß.

3) Die Konstruktion einer konvexen Zahnform, bei welcher die Bewegung der Cylinder proportional der Bewegung des Hemmungsrades erfolgt, macht die Konstruktion F′ in Fig. 92 deutlich, bei welcher sowohl die Hebungshöhe, als auch die Zahnlänge in gleiche Theile getheilt und die entsprechenden Durchschnittspunkte durch einen Bogen verbunden sind, dessen Mittelpunkt auf der Linie s′ p′ in p″ liegt; die Halbmesser o p″ und p p″ sind dem Halbmesser des Rades gleich, weshalb p″ gefunden wird, wenn man von o aus mit dem Halbmesser o C einen Bogen beschreibt, der s′ p′ in p′ p″ trifft. Durch den so konstruirten Zahnbogen wird eine geringere Ungleichförmigkeit des Druckes, deshalb auch geringere Reibung und geringere Verschiedenheit in der Abnutzung erzielt, und es steht auch ein Stoß von geringerer Kraft zu erwarten, als bei der zuerst beschriebenen Form.

4) Um die Zahnform jedem Tadel unzugänglich zu machen, muß dieselbe so gestaltet werden, daß der Zahn während der ganzen Hebung mit der Cylinderwand in Berührung bleiben kann. Da nun die Bewegung des Hemmungsrades anfänglich mit einer viel geringeren Geschwindigkeit stattfindet, als zuletzt, so muß, um die volle Wirkung desselben auf den Cylinder zu übertragen und den Stoß zu vermeiden, der Winkel der Zahnkrümmung anfänglich größer sein, als zuletzt, wobei auch zuletzt eine dem Widerstande der Spiralfeder entsprechende größere Kraft auf den Cylinder übertragen wird. Ein mathematisches Gesetz der unter diesen Bedingungen zu

wählenden Krümmung würde sehr schwierig aufzustellen sein; ja fast unmöglich, da eine Anzahl in diesen Bedingungen viel zu wenig konstant ist, um in mathematische Form gebracht werden zu können.

Eine angenähert richtige, aber dem praktischen Bedürfniß vollkommen entsprechende Form stellt der Zahn F'' in Fig. 93 dar, bei welchem die Krümmung ot aus zwei Mittelpunkten, nämlich u und q beschrieben ist, um die Ausführung möglichst zu vereinfachen. Nach dem Verhältnisse der Kurve wird das Rad ungefähr erst $\frac{1}{3}$ des ersten Sechstheils seiner Bewegung vollendet haben, wenn der Cylinder bereits $\frac{1}{6}$ der Hebung erfahren hat; nach der Mitte zu wird das Verhältniß zwischen der Bewegung des Radzahnes und des Cylinders gleichförmig bleiben, und am Ende wird der Cylinder langsamer gehen, als der Radzahn.

Wenn bisher nur das Verfahren angegeben wurde, unter Voraussetzung eines Cylinders, dessen Wandstärke Null ist, so läßt sich leicht anführen, wie man das Verhältniß der Wandstärke des Cylinders berücksichtigen kann. Schneidet man nämlich mit einer Fräse, welche genau die Stärke der Cylinderwandfläche zur Breite hat, Schlitze in die getheilte Scheibe, so erhält man in den stehenbleibenden Stücken die für die Ausdehnung der Zähne zu bearbeitenden Abtheilungen.

Die Hebelhemmung.

Die Hebelhemmung, wie sie jetzt durchgehends gemacht wird, ist von Thomas Mudge, einem Londoner Uhrmacher, erfunden worden und jetzt in allen den besten Uhren in der Welt (mit Ausnahme der Chronometer) gebräuchlich. Es ist merkwürdig, daß Graham, der Erfinder der ruhenden Hemmung in Pendeluhren, nicht darauf gekommen ist, dieselbe in den Taschenuhren anzuwenden. Bei dieser Anwendung vermeidet man auch den großen Mangel jener Hemmung in den Pendeluhren,

nämlich die Reibung auf den ruhenden Flächen der Paletten, so weit sie nicht nothwendig ist zur Hemmung. Fig. 94 zeigt ihre Wirkung. Die Lage des Hebels in Bezug auf die Paletten ist von keinem wesentlichen Belang im Princip und nur ein Gegenstand der Konvenienz in der Anordnung; aber sie ist in der Regel so, wie wir sie gegeben haben.

Wenn wir zurückgehen zur ruhenden Hemmung in Pendeluhren, so werden wir finden, daß sie genau dieselbe ist, als wenn die Paletten dort mit dem Pendel nicht weiter schwingen, als gerade ausreichend ist, damit der Zahn entweichen kann und das Pendel während der ganzen Ruhe seines Anschlages über den Hemmungswinkel hinaus frei bleibt. Der Grund, warum dieses bei einem Pendel nicht der Fall sein kann, liegt darin, daß sein Schwingungsbogen so klein ist, daß die erforderliche Tiefe des Ausschnittes nicht erlangt werden kann zwischen den beiden Kreisen, welche von dem Ende S des Hebels und irgend einem Stift im Pendel beschrieben werden, welcher darin wirken würde. In einer Taschenuhr dagegen kann der Stift P, welcher in einem Cylinder auf der Spindel der Unruhe sitzt, in der Regel nicht eher aus der Kerbe im Ende des Hebels entweichen, als bis die Unruhe 15° über ihre mittlere Stellung hinaus erreicht hat. Die Paletten sind, wie man zu sagen pflegt, ein wenig unterschnitten, d. h., die ruhenden Flächen sind so abgeschrägt, daß sie ein wenig Rückfall nach der entgegengesetzten Richtung gestatten, oder der Auslösung schwachen Widerstand entgegensetzen, weil sonst Gefahr sein würde, daß bei einer Erschütterung der Uhr ein Zahn entweichen könnte, während der Stift vom Hebel frei ist.

Man hat auch noch eine andere Vorkehrung der Sicherheit halber hinzugefügt. In dem Cylinder, welcher den Impulsstift P trägt, befindet sich noch eine Kerbe gerade vor P, in welche der andere Stift S auf den Hebel paßt, wenn sie vorüber gehen; aber wenn die Kerbe den Cylinder hat passiren lassen, so verhindert sie

den Hebel zurückzukehren, weil der Sicherheitsstift S nur durch die Kerbe passiren kann, die sich nur in der Lage befindet, daß die Passage möglich wird, in derselben Zeit, wo der Impulsstift im Hebel sitzt. Die Paletten in einer Hebelhemmung sind (außer bei schlechten und wohlfeilen) mit immer Edelsteinen ausgelegt, und das Hemmungsrad ist von Messing. Auch die Stange des Hebels hat mit Edelsteinen ausgelegte Zapfenlöcher bei theuren Uhren, und eben so das Hemmungsrad bei allen guten Uhren. Die Löcher für die Unruhzapfen sind jetzt mit immer Edelsteinen ausgelegt, wenn dieses bei keinem andern Zapfen der Fall ist. Das Hemmungsrad schlägt in diesen und den meisten Taschenuhrhemmungen in der Regel 5 Mal in einer Sekunde, in großen Chronometern 4 Mal; und das Rad zunächst dem Hemmungsrade trägt den Sekundenzeiger.

Die ruhende Ankerhemmung zu Pendeluhren*).

Diese Hemmung ist bekanntlich, gleich der Cylinderhemmung, von dem Engländer Graham erfunden worden, und wir wollen jetzt die Regeln angeben, welche bei der Verfertigung der ruhenden Ankerhemmung zu beobachten sind.

1) Man muß den Abstand vom Mittelpunkte der Bewegung des Ankers bis zum Mittelpunkte des Hemmungsrades bestimmen. Der Abstand zwischen dem Mittelpunkte des Hemmungsrades und dem Bewegungsmittelpunkte des Ankers ist von der Anzahl der Zähne abhängig, welche der Anker umfassen soll; soll er viele Zähne umfassen, so wird dieser Abstand groß, sollen dagegen nur wenige Zähne umfaßt werden, so wird der

*) Moinet, Traité etc. Part. II, chap. V, p. 357.

Abstand geringer. Man läßt den Anker gewöhnlich nur wenige der Radzähne umfassen, wenn man eine starke Hebung bei der Hemmung bezweckt, eine größere Anzahl dagegen, wenn man nur eine kleine Hebung, z. B. von 1° haben will.

Nachdem der Durchmesser des Rades, die Anzahl der Zähne desselben und die Anzahl der Zähne, welche die Paletten fassen sollen, bestimmt sind, beschreibe man einen Kreis, der durch alle Zahnspitzen geht, und bezeichne auf diesem Kreise an den Stellen, welche durch die Entfernung der Paletten von einander bestimmt sind, die Dicke dieser letzten, welche, wenn man nichts für den Fall rechnet, für jede Palette immer der Hälfte des Raumes zwischen zwei Zahnspitzen gleich sein muß. Nachdem dieß geschehen ist, ziehe man zwei gerade Linien zwischen den Punkten, welche auf dem umschriebenen Kreise die Dicke der Paletten bezeichnen; diese Linien werden die Sehnen der Kreisbogen sein, welche sie bespannen. Man verlängere diese beiden Linien, bis sie einander durchschneiden; ihr Durchschnittspunkt wird dann das Centrum der Bewegung für die Paletten sein.

Um endlich die bogenförmigen Seiten der Paletten zu verzeichnen, beschreibe man aus dem Bewegungscentrum, welches auf die angeführte Weise gefunden ist, als Mittelpunkt, zwei Kreisbögen, die den umschriebenen Kreis in den vier Punkten schneiden, welche den Platz und die Dicke der Paletten angeben.

Um dieß deutlicher zu machen, sei A, Fig. 95, ein Hemmungsrad mit 15 Zähnen, zu welchem man zwei Paletten für die ruhende Hemmung anbringen will, welche 6 Zähne umfassen, oder den Theil des Kreises einnehmen sollen, der zwischen 7 Zahnspitzen liegt. Man beschreibe einen Kreis um das Rad, der durch alle Zahnspitzen geht, theile jeden der Räume ce und br in zwei Theile, und zwar in den Punkten z und s, ziehe die geraden Linien cz und rs, und verlängere sie, bis sie

einander in i begegnen; der Punkt i wird dann das wahre Bewegungscentrum der Paletten sein.

Vom Punkte i ausgehend, ziehe man die beiden Kreisbögen k l und m n, welche den umschriebenen Kreis in den Punkten c, z und r, s durchschneiden; die bogenförmigen Ruheflächen der Paletten werden nach diesen Kreisbögen gebildet, denn die innere Ruhe wird ein Theil des kleineren Kreisbogens, die äußere ein Theil des größeren.

Da dieses Verfahren in der Praxis wegen der kleinen Entfernung, die zwischen den Punkten ist, welche die Dicke jeder Palette angeben, sehr beschwerlich, um nicht zu sagen, unmöglich ist, mit Ausnahme des Falles, wo die Räder sehr groß wären, so ist es besser, nachdem man die Stelle für die Paletten auf dem Umkreise des Rades bestimmt hat, wie oben erwähnt ist, vom Mittelpunkte desselben ausgehend, die zwei Radien x u und u′ x zu ziehen, welche die Bögen r s und c z, welche die Dicke der Paletten bezeichnen, in zwei gleiche Theile theilen, und indem man von den Punkten u und u′ ausgeht, wo diese Linien den Kreis durchschneiden, die beiden Senkrechten u w und u′ w zu ziehen, welche die Tangenten des Kreises sein werden. Nachdem dieses ausgeführt, ziehe man die Linien r s i und c z i gleichlaufend mit den beiden Linien u w und u′ w, und der Punkt i, wo sie einander begegnen, wird das Bewegungscentrum der Paletten sein, das mit dem zusammenfallen muß, welches man ursprünglich gefunden hat; denn eine Sehne muß immer mit einer Tangente gleichlaufend sein, die den Kreis in einem Punkte berührt, der in der Mitte zwischen den Punkten liegt, in welchen die Sehne den Kreis schneidet. Dieses ist hier gerade der Fall, denn der Konstruktion zufolge ist der Winkel x u w ein rechter, und die Winkel u′ x r und u′ x s, wenn wir uns die Linien x s und x r gezogen denken, sind gleich groß. Da die Sehne s r mit der Tangente u′ w gleichlaufend ist, so folgt daraus, daß die Linie o i, welche die verlängerte Sehne s r ist, mit derselben Tangente

u′ w gleichlaufend sein müsse. Ein ähnlicher Beweis kann für die Sehne c z geführt werden.

Wenn nicht von der äußersten Genauigkeit die Rede ist, so ist es, um die Entfernung zu bestimmen, in welcher der Mittelpunkt des Ankers von dem Mittelpunkte des Hemmungsrades angebracht werden soll, hinreichend, zwei Radien zu ziehen, welche die Dicke der Paletten auf dem um das Rad beschriebenen Kreise in zwei gleiche Theile schneiden, und auf diesen Linien von den Punkten aus, wo sie diesen Kreis schneiden, zwei senkrechte Linien zu errichten, deren Durchschnittspunkt das Bewegungscentrum der Paletten wird.

2) Um die Neigung der Hebeflächen der Paletten zu bestimmen, muß man von dem Centrum des Ankers i die geraden Linien i o und i p ziehen, welche einen Winkel o i p bilden, halb so groß als der, den das Pendel durchlaufen soll; durch die Punkte t r, wo diese Linien die Bogen l t und n r schneiden, zieht man die gerade Linie r t, welche die Hebefläche r t bestimmt; man macht eine ähnliche Konstruktion auf der andern Seite, indem man bemerkt, daß, nachdem die Palette r t unter einem Winkel von 1° in das Rad eingetreten ist, die Palette a c außerhalb des Rades sein, und im Begriffe stehen muß, einzugreifen, wenn die andere aus dem Rade heraustritt.

Bei einer solchen Hemmung muß der Zahn r, wenn der Zahn c die Palette a c verläßt, den Kreisbogen n r nur sehr wenig berühren und weder auf die Ecke, noch auf die Hebefläche fallen, worauf er nur allmälig wirken darf, sowie sich die Palette r t vom Rade entfernt; dasselbe gilt auch für die andere Seite.

3) Die Dicke der Paletten, welche durch die Entfernung der koncentrischen Kreisbögen von einander, als den Verlängerungen der Ruheflächen, bestimmt wird, muß etwas geringer sein, als die Hälfte des Zwischenraumes von einer Zahnspitze bis zur folgenden, um der Hemmung einen sehr geringen Fall zu geben, welcher

erlaubt, daß, sowie die eine Palette aus dem Rade heraustritt, die andere hineintritt.

4) Die äußere Seite der Radzähne muß ein wenig hohl sein, und die vorderste Seite der Fläche muß die Neigung haben, welche die diese Hemmung darstellende Zeichnung zeigt; dann wird sich der Zahn nur mit der Spitze gegen den Anker lehnen, welches nothwendig ist, damit die Paletten des Ankers nicht bei ihrem Eingreifen das Rad zum Zurückgehen bringen können.

Um die unter 1. angeführte Regel noch mehr zu erläutern, ist das Rad A, Fig. 95, mit nur 15 Zähnen gezeichnet. Denn in Fig. 96, wo das Rad A mit 30 Zähnen dargestellt ist (der zu einer Sekundenpendeluhr erforderlichen Anzahl), ist die Dicke der Paletten sehr gering, und der Theil des Kreises, den die Sehne bespannt, so klein, daß die Entfernung zwischen der verlängerten Sehne und der Tangente kaum sichtbar ist, woraus wiederum folgt, daß die Punkte i und w einander sehr nahe sind. In Fig. 95 dagegen, wo das Rad nur mit 15 Zähnen abgebildet ist, zeigt sich die Entfernung zwischen den Punkten i und w deutlicher.

Damit diese Hemmung dauerhafter sein könne, d. h., damit die fortgesetzte Reibung des Hemmungsrades gegen die Hebeflächen des Ankers und gegen die Ruheflächen nicht die geringste Abnutzung verursachen könne, ist es zweckmäßig:

1) das Hemmungsrad und den Anker in Löchern aus Rubin oder orientalischem Saphir gehen zu lassen, die nur wenig tief, wohl abgerundet und im höchsten Grade polirt sind. Es ist auch zweckmäßig, daß die Zapfen dieser Hemmungstheile mit ihren Ansätzen nicht gegen die Steine reiben, sondern daß sie nur mit dem abgerundeten Ende eine Steinplatte berühren;

2) den Anker mit zwei Hebeflächen von Rubin oder Saphir zu versehen, damit das Hemmungsrad nicht die geringste Abnutzung verursachen könne;

3) das Hemmungsrad zu justiren (d. h., die Entfernung zwischen den Zähnen desselben möglichst genau

zu machen, so daß diese Entfernung überall gleich ist) und es darauf im Feuer zu vergolden, damit es nicht vom Oele angegriffen werde und dieses sich auf solche Weise besser rein und fließend erhalten könne.

Winnerl's verbesserte Ankerhemmung*).

Winnerl's Bestreben ging dahin, die gewöhnlich im Handel vorkommenden Uhren so einzurichten, daß sie einen Grad von Genauigkeit zeigen, welcher für gewöhnlich nur an astronomischen Uhren ereicht und verlangt wird. Namentlich suchte er die Hemmung so zu verändern, daß dieselbe genauer und sicherer wirken kann, als gewöhnlich, und nicht theurer wird, im Gegentheile weniger Arbeit erfordert. Es ist dieß dadurch möglich geworden, daß die Hemmungszapfen ganz in Wegfall gekommen sind, wodurch natürlich auch die Arbeit bei deren Herstellung und die mit ihrer Abnutzung und der Veränderung des an ihnen angebrachten Oeles verbundenen Störungen wegfallen. Daraus, daß der Anker von Winnerl gleich unmittelbar an der Pendelstange angebracht wird, entsteht noch der neue Vortheil, daß das größere oder geringere Zurückweichen der Hemmungszapfen in ihren Lagern beim Ein- und Ausfallen der Lappen vermieden wird. Wenn hiermit vorzugsweise die durch die Beschaffenheit des Oels hervorgebrachten Störungen entfernt sind, so führt die Einrichtung auch noch andere Vortheile herbei; es fällt nämlich die ganze Reibung der Pendelstange in der Gabel weg, und man hat nicht mehr nöthig, die genaue Einstellung der Zapfenmittel auf die Mittellinie des Pendels vorzunehmen. Die Reibung zwischen Gabel und Pendelstange entsteht aber für gewöhnlich 1) dadurch, daß das an einer Feder aufgehangene Pendel eine von den Kreisbögen etwas abweichende und sich der Cykloide nähernde Bahn beschreibt, wobei sich die in der Gabel liegenden Punkte der Pen-

*) Bulletin de la Société d'encouragement 1843, p. 41—44.

delstange etwas heben und senken; 2) dadurch, daß die Aufhängungslinie des Pendels nicht genau parallel steht zur Drehungsachse der Gabel und des Ankers, wobei sich die Pendelstange seitwärts in der Gabel verschiebt.

Es entsteht nun die Frage: ob sich der Anker wirklich, ohne üblen Einfluß auf den Eingriff mit dem Steigrade zu üben, mit der Pendelstange verbinden lasse, da die letztere bei Federaufhängung selbst keinen unveränderlichen Schwingungspunkt hat? Die Erfahrung zeigt allerdings, daß es möglich ist und daß der zuletzt angegebene Umstand nur einen kleinen Rückgang im Steigrade zur Folge hat. Eine Winnerl'sche gewöhnliche Uhr mit Pendel aus Tannenholz stand 3 Monate bei Herrn Nanteuil und differirte in dieser Zeit nur 1 Minute.

Fig. 97 und 98 zeigen die Winnerl'sche Hemmung in natürlicher Größe. A ist ein Marmor, auf welchem die ganze Uhr ruht; der Anker a ist an das Stück b angeschraubt, durch welches die Aufhängung vermittelt wird; B ist der obere Querstab eines Kompensationspendels, dessen Einrichtung die Abbildung nicht weiter zu verdeutlichen brauchte; c ist die Aufhängungsfeder, d das Steigrad.

Fig. 99 und 100 zeigen die Einrichtung der Theile, bei einer Anordnung derselben, wie sie für gewöhnlich im Handel vorkommt, wo die Pendelstange vor dem Steigrade liegt. Die entsprechenden Theile sind hier wieder; wie vorher, bezeichnet. C ist die hölzerne Pendelstange.

Die ruhende Stiftenhemmung für Regulatoren mit ganzen oder halben Sekunden*).

Die versuchte Vereinigung der beiden Arme des Graham'schen Ankers auf einer Seite des Hemmungs-

*) Moinet, Traité élémentaire d'horlogerie. II. Partie, chap. VI, pag. 360.

rades scheint zu dieser Konstruktion Veranlassung gegeben zu haben. Dieser Einfall lag ganz auf der Hand, und Lepaute, der erste Verbesserer der Stiftenhemmung, gesteht es selbst zu. Die erste Idee scheint einem Uhrmacher, Namens Amant, anzugehören, aber sie bietet keine geometrischen Grundsätze dar, wie diejenige Lepaute's, der die Anwendung des Stiftenganges wenigstens um Vieles verbessert hat. Fig. 101 stellt diese Hemmung um einen Theil ihres Rades dar. Letzteres enthält auf jeder Seite 30 und im Ganzen also 60 Stifte; und um den Fall der obern Hälfte der Stifte zu vermeiden, sind sie halb weggeschnitten, was, wenn sie etwas dick sind, von wesentlichem Belang ist. Aus der Abbildung dieser Hemmung ersieht man zur Genüge, daß, wenn ein Stift seine Ruhe verläßt, um den einen Arm A von der Vertikallinie zu entfernen, und nachdem er seine Ruhe durchlaufen ist, der folgende Stift an der andern Seite des Rades auf die Ruhe des andern Armes b fällt (der hier hinter dem Rade liegt), um sodann seine Impulsionshebung auf diesen Arm auszuüben, indem er strebt, ihn von der andern Seite der Vertikal- und Ruhelinie des Pendels zu entfernen; und so verhält es sich mit den andern Stiften, welche hier die Zähne des Graham'schen Rades ersetzen. Die Figur erklärt sich übrigens von selbst bei Weitem leichter, als die zur Erläuterung des Graham'schen Ankers gegebene.

Einer der großen Vortheile dieser Hemmung beruht darin, daß die Vergrößerung der Löcher ihrer Zapfen kein Aufhalten derselben bewirken kann, indem ihre Wirkung etwas oberhalb oder unterhalb der Tangente keine merkliche Veränderung ausübt. Man kann deshalb die Anwendung der Rubine ganz entbehren. Handelt es sich indessen um große Genauigkeit, so ist der Gewinn, den Rubine in den Zapfenlöchern und auf den Hebeflächen gewähren, indem sie die Reibungen vermindern, nicht zu verachten.

Man muß die Ruhen in ihrer Dicke etwas abrunden, damit der Stift nur auf der Mitte und nicht auf

den Rändern aufruhe, damit er die Unreinigkeiten des Oeles verdränge und auf der Berührungslinie den flüssigsten Theil durch Kapillarität anziehe. Wenn der Stift auf der Stärke der Ruhen flach aufruht, so markiren sich diese sehr häufig.

Die Stiftenhemmung ist offenbar leichter auszuführen, als die Ankerhemmung und leistet gute Dienste. Sie hat nur die Unannehmlichkeit, daß das Oel von den Stiften zu leicht auf den Limbus des Rades abfließt, von welchem es stärker angezogen wird. Trägt man aber Sorge, daß die Stifte die hinlängliche Länge erhalten und nicht zu schwach werden, daß sie ferner etwas dicker am freien Ende werden, und trägt man das Oel nach und nach auf, ohne zuviel aufzutragen, so kann dasselbe an den Stiften haften, ohne aufs Rad zu gelangen, welches man vorher vollkommen entfettet haben muß. Diese Hemmung nimmt geringe Triebkraft in Anspruch; deshalb muß bei solchen Pendeluhren, welche durch eine Feder getrieben werden, letztere mild und geschmeidig sein. Die Triebkraft muß aber jedenfalls ausreichend sein, damit das Oel nicht seinen Einfluß auf die Zapfen des Räderwerkes äußern könne, in welchen Fehler man oft verfällt, in der Absicht, die Reibungen zu vermeiden.

Man hat die Erfahrung gemacht, daß Regulatoren mit der Stiftenhemmung mehre Jahre lang ohne alle Reinigung recht gut gegangen sind. Man kann auch die Stifte blos auf der einen Seite anbringen und die beiden Arme über einander und an derselben Seite des Rades.

Man wird bemerken, daß in Fig. 101 die vordern und hintern Stifte nicht auf demselben Kreise stehen, damit der Winkel, welcher auf die Hebung wirkt, sich auf einem dritten zwischenliegenden und gemeinschaftlichen Kreise befinde. Die Höhe der Arme anlangend, so sind sie in Lepaute's Figur zu lang und hier auf die Länge eines Radius des Rades zurückgeführt, ja man kann sie noch kürzer machen. Die Linie ihres Mittelpunktes der Bewegung a c muß man in der Vertikal-

linie halten, damit das Oel die Reibungspunkte nicht zu verlassen strebe.

Herr J. Wagner, neveu, Paris, rue Montmartre 118, äußert sich in einer Abhandlung im Bulletin de la Société d'encouragement 1847, pag. 1 bis 55, über den Stiftengang, welcher in Fig. 102 abgebildet ist, folgendermaßen:

Ist der Durchmesser des Stiftenrades F und die Anzahl der Stifte bekannt, so ergiebt sich als eine nothwendige Folge die Höhe der Lappen c und c′ am Ende der Arme; jeder Lappen erhält nämlich eine Höhe, welche der halben Theilung des Stiftenrades, vermindert um die Hälfte der Stärke eines Stiftes, gleich ist. Die Neigung der Stoßfläche am Ende eines jeden Lappens hängt nun von 3 Bedingungen ab; nämlich 1) von dem sogenannten unveränderlichen Bogen (angle de levée); 2) von der Länge des Hemmungsarmes; 3) von der Höhe der Lappen.

Wird die erste Bedingung als gegeben vorausgesetzt und beachtet, daß die Größe des Stoßwinkels oder des unveränderlichen Bogens bei verschiedener Größe der Armlänge gleich groß bleiben kann, so zeigt sich, daß, bei gleicher Höhe der Lappen, nur die Neigung der Stoßflächen an den Lappen sich mit der Länge des Armes verändern und desto steiler sein wird, je kleiner die Armlänge ist, und umgekehrt. Ferner ist die jedesmalige Wirkung des Stiftes gegen die Stoßfläche des Lappens desto stärker, eine je steilere Neigung die letztere zeigt, und es gewinnt diese Einwirkung bei der Annäherung an den Mittelpunkt der Oscillation an Stärke, während sie gleichzeitig durch Verkürzung des Hebels geschwächt wird, und umgekehrt.

Betrachtet man die Verhältnisse der Fig. 103, so findet das Angeführte Bestätigung; es zeigt sich hier, daß für gleichen Schwingungswinkel die geneigte Fläche d e des Lappens noch einmal so stark ansteigt, als dieselbe Fläche g f bei doppelter Armlänge unter Voraus-

setzung gleicher Höhe d b und g c des Lappens. Ist daher die auf d e wirkende Stoßkraft doppelt so groß, als die auf g f wirkende, so wird doch der Gesammtbetrag beider Einwirkungen mit Berücksichtigung der Hebelverhältnisse gleich groß sein.

Die Länge des Armes für die Hemmung würde daher ganz gleichgültig sein, wenn nicht bei Berücksichtigung des Reibungswiderstandes sich ergäbe, daß bei einem längeren Arme ein größerer Widerstand entsteht, als bei einem kürzeren; die Ruhebögen, an denen die Stifte gleiten, haben eine Länge, hier h d und h g, welche der Länge des Armes proportional ist, und die Längen der schiefen Stoßflächen stehen ziemlich im Verhältnisse dieser Stoßflächen. Daß aber durch die möglichste Verminderung der Reibung die größte Regelmäßigkeit des Ganges erzielt werden kann, zeigen namentlich die Chronometer.

Es wird nun für Erzielung eines regelmäßigen Ganges vortheilhaft sein, die Ausdehnung des Ruhebogens in der schiefen Stoßfläche am Lappen möglichst zu beschränken und deshalb den Arm der Hemmung möglichst kurz zu machen.

Die hier mitgetheilten Betrachtungen lassen sich durch Betrachtung der Fig. 103 vom geometrischen Gesichtspunkte aus leicht als begründet nachweisen; es ist nämlich $ab : ac = be : cf$, oder für $ab = \frac{1}{2} ac$ wird $be = \frac{1}{2} cf$. Wird ferner der von dem Stifte ausgeübte Druck mit P und die Wirkung, welche durch denselben die Hemmung erfährt, mit R bezeichnet, so ist $R : P = bd : be$ oder $R' : P' = cg : cf$; folglich wenn $P = P'$, ist $R = \frac{1}{2} R'$. Außerdem ist auch $db : gk = ab : ac$. Die Längen der Stoßflächen d e und g f wachsen, aber, da sie Hypotenusen sind, in einem etwas weniger starken Verhältnisse, als die Armlängen; es ist nämlich:

für die Armlängen	5	10	15	20
das Verhältniß der Stoßflächen	5,16	9	12,56	16,50.

Da nun bei gleicher Abnutzung die Größe des Schwingungsbogens bei steileren Stoßflächen um mehr vermindert wird, als bei weniger steilen, da die Ausdehnung des Stoßwinkels bei kürzerem Hemmungsarme durch die Erweiterung der Zapfenlöcher um mehr vermindert wird, übrigens auch bei einer Hemmung von geringerer Armlänge alle Theile noch weit sorgsamer ausgeführt werden müssen, als bei größerer Armlänge, so wird man für die Ausführung der Armlänge eine bestimmte Größe als das Minimum festsetzen können, welches zu überschreiten nicht vortheilhaft ist, und man wird die Hemmung von Graham, den Stiftengang und andere Hemmungen bis auf die Dimensionen zurückführen können, in welchen man gewöhnlich die Ankerhemmungen auszuführen pflegt; doch bei der Großuhrmacherei wird man diese Hemmungen bis auf $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, ja sogar bis auf $\frac{1}{4}$ der Größenverhältnisse zurückführen können, in denen sie gegenwärtig gewöhnlich ausgeführt werden.

Um die theoretischen Ableitungen auch durch den wirklichen Versuch zu bestätigen, hat Herr Wagner einen Apparat konstruirt, durch welchen es möglich war, die Wirkung aller einzelnen, vorher beschriebenen Verhältnisse auf die Hemmung direkt zu messen, und es erfolgte durch ausführliche Versuchsreihen die gewünschte Bestätigung.

Um nun dem Uebelstande auszuweichen, daß bei einer zu schnell eintretenden Abnutzung der Stoßflächen das Uhrwerk nach einer zu geringen Gebrauchszeit schon eine Verkürzung der Pendelschwingungen erfährt, und zugleich zu vermeiden, daß bei einem zu kurzen Arme der Seitendruck gegen die Schwingungsachse des Pendels nach rechts und links zu bedeutend, dabei das Zapfenloch erweitert und ebenfalls eine Störung der regelrechten Pendelschwingungen herbeigeführt wird, hat Wagner eine Bestimmung der Länge des Hemmungsarmes zu geben versucht, da die beiden bisher gebräuchlichen Methoden, denselben entweder nach der Größe des

Hemmungsrades, oder nach der Länge der Pendelstange zu bestimmen, offenbar auf ganz willkürlichen, mit den Bedingungen der Wirkungsweise einer Hemmung nicht im Zusammenhange stehenden Voraussetzungen beruhen.

Der Zusammenhang zwischen der Armlänge, dem Schwingungsbogen und der Höhe der Lappen ist nach dem oben Angegebenen der, daß bei gleichem Neigungswinkel der Stoßfläche und gleicher Höhe der Lappen die Länge des Armes sich umgekehrt verhält, wie der Stoßwinkel oder Schwingungsbogen, und daß bei gleichem Neigungswinkel der Stoßfläche und gleicher Größe des Stoßwinkels die Armlänge im direkten Verhältnisse mit der Höhe des Lappens steht.

Um alle verschiedenen Größen, welche bei Ausführung der Hemmungen zu beachten sind, zu finden, muß man für irgend eine bestimmte Hemmung und ein für allemal das vortheilhafteste Verhältniß zwischen folgenden Größen bestimmen, nämlich zwischen dem Neigungswinkel der Stoßfläche, der Höhe des Lappens und der Armlänge in Bezug auf einen gewissen Stoßwinkel. Mit Hülfe dieser Größen wird man dann alles leicht bestimmen können, was bei der Ausführung irgend einer beliebigen Hemmung zu beachten ist.

In Bezug auf den Neigungswinkel der schiefen Stoßfläche, mit welchem wir den Winkel e d b oder f g c in Fig. 103 bezeichnen, ist zu bemerken, daß die Größe desselben bei den praktischen Ausführungen zwischen 18 und 40 Grad schwankt. Soll eine sichere und andauernde Bewegungsübertragung erfolgen, so halten wir eine Größe von 25° für die erwünschteste; nur bei sehr kleinen Schwingungswinkeln soll, weil sonst eine entsprechende Verlängerung des Armes der Hemmung erforderlich sein würde, bis auf 20° herabgegangen werden.

Bei einer Größe von 25° für den Neigungswinkel der schiefen Ebene d c (Fig. 103) ist die Grundlinie b e halb so groß, als die Höhe b d, und da letztere durch die zeither ermittelten Dimensionen des Lappens bestimmt wird, so erhält man jetzt, unter Voraussetzung

einer bestimmten Größe des Stoßwinkels, ein Mittel, die Länge des Armes der Hemmung zu berechnen: wird, z. B., angenommen, daß die Größe des Stoßwinkels 1° betragen soll, und der Lappen 8 Millimeter hoch ist, so wird die Grundlinie b e des Dreiecks b d e eine Länge von 4 Millimetern haben und der Bogenlänge gleich sein müssen, welche 1° überspannt in einem Kreise, dessen Halbmesser der Hemmungsarm ist; der Umfang dieses Kreises beträgt daher 1440 Millimeter und der Halbmesser 229 Millimeter. Es läßt sich daher der Hemmungsarm zu 330 Millimeter annehmen, wenn der Stoßwinkel 1°, die Höhe des Lappens 8 Millimeter und der Neigungswinkel der Stoßfläche 25° beträgt.

Durch Benutzung von Proportionalansätzen ist man nach diesen Angaben im Stande, alle Verhältnisse zu ermitteln, wenn veränderte Dimensionen für die Ausführung vorausgesetzt werden.

Soll, z. B., der Stoßwinkel 2° betragen, so erhält man durch die Proportion

$$2 : 1 = 230 : x \text{ oder } x = 115$$

die Länge des Hemmungsarmes.

Mit der Höhe des Lappens verändert sich die Länge des Hemmungsarmes im direkten Verhältnisse.

Macht man den Neigungswinkel der Stoßfläche nicht 25°, sondern 20°, so wird jedesmal der Arm der Hemmung um $\frac{1}{5}$ kürzer, als er vorher berechnet worden war.

Daß man die bisher behandelte Aufgabe auch durch Zeichnung lösen kann, bedarf keiner weitern Auseinandersetzung.

In Bezug auf die Stellung des Armes gegen das Hemmungsrad, wird der geringste Reibungswiderstand dann entstehen, wenn die nach dem Mittelpunkte der Stoßflächen gezogene Armlinie den Theilriß des Hemmungsrades tangirt.

Ruhende Stifthemmung mit beweglichen Hebeln an der Thurmuhr im Schlosse zu Windsor, von Vulliamy, Uhrmacher in London.

So alt auch die ruhende Hemmung mit Stiftenrad ist, so ist doch die Anwendung beweglicher Klauen oder Hebel, welche die Stifte des Steigrades zwischen sich fassen, eine Verbesserung von so großer Wichtigkeit, daß hiernach diese längst bekannte Hemmung in die Reihe der besten Thurmuhrhemmungen eintritt. In dieser Weise hat sich eine Kommission ausgesprochen (Berichterstatter Duméry), welche der Pariser Société d'encouragement u. s. w. über Vulliamy's Erfindung gutachtlich berichtete. Wenn auch die größte Sorgfalt auf die Ausführung einer Stifthemmung verwendet wird, so kann man doch niemals darauf rechnen, daß sich die Stifte vollkommen auf die Hemmungsklauen und auf deren ganze Länge auflegen. Um nun ein Anlegen an die Kanten der Klauen zu vermeiden, pflegt man diese Theile gewöhnlich so abzurunden, daß selbst bei einer unrichtigen Stellung der Stifte die erwähnte Ungehörigkeit nicht eintrete. Die Thurmuhr des Schlosses zu Windsor ist in so großen Dimensionen ausgeführt, daß Vulliamy sich entschloß, eine Hemmung auszuführen, bei welcher der Stift in seiner ganzen Länge auf der Ruhefläche der Klaue während des supplementären Schwingungsbogens und auf der geneigten Fläche während der Impulsperiode auftrifft.

Im September 1852 wurde die fragliche Thurmuhr vollständig zerlegt, um wieder in Stand gesetzt zu werden. Die Hemmungsklauen wurden hierbei in vollkommen gutem Zustande befunden, trotzdem, daß die Uhr sieben Jahre lang in Gang gewesen war. Von Zeit zu Zeit hatte man den Klauen etwas Oel gegeben, ohne daß jedoch die Hemmung abgenommen worden wäre. Diese vollkommene Konservation bei einem derartigen Mechanismus ist ein sehr beachtenswerthes Faktum,

dessen Ursache eben nur in der sinnreichen Disposition der zu beschreibenden Hemmung gesucht werden darf.

Fig. 104 stellt dieselbe im Aufrisse, Fig. 105 im Grundrisse und im Durchschnitte nach der Linie A B dar. Die Messingplatte a ist an der Achse der Hemmung befestigt und bildet den Anker, die Klauen oder Hebel l l sind daran nicht, wie gewöhnlich, befestigt, sondern vermögen sich in zweierlei Weise zu bewegen. Der hintere Theil jeder Klaue bildet einen cylindrischen Stift g, welcher durch das Stück p p hindurchgeht und darin frei spielt; selbst dann, wenn ein Stift nicht genau rechtwinkelig zur Theilrißebene des Steigrades steht, würde er sich auf seiner ganzen Länge an die geneigte oder Ruhefläche der Klaue anlegen, da diese sich unter dem stattfindenden Drucke um sich selbst so drehen würde, daß sie parallel zur Achse des Stiftes wird, während man nach der gewöhnlichen Einrichtung die Klaue abrundet, um das Antreffen des Stiftes an der scharfen Kante derselben zu vermeiden; bei dieser abgerundeten Gestalt berührt der Stift die krumme Fläche nur an einer einzigen Stelle, und es kann daher eine schnelle Abnutzung kaum ausbleiben, zumal bei einem Uhrwerke von so kräftiger Konstruktion, wie das vorliegende.

Um ein vollständiges Anlegen des Stiftes an die Klaue auch während jener Periode zu erzwingen, während welcher der Stift gegen die Zuschärfungsfläche der Klaue wirkt und dem Anker einen Impuls ertheilt, ist jedes der beiden Stücke p, p zwischen den Spitzen der Schrauben v, v drehbar, so daß sich die betreffende Klaue um die Linie v v drehen kann, wie es der eben durch die Hemmung passirende Stift verlangt.

Auf jede der beiden Klauen wirkt eine gegen die Schraubenmutter e drückende Feder r, welche durch die kleinen Schräubchen c, c in ihrer richtigen Lage erhalten wird, und die andererseits den Zweck hat, die Klauen in ihrer richtigen Lage zu erhalten.

Vom 10. August bis 25. September 1851 hat man die Uhr in Windsor täglich mit einem aus Greenwich

herbeigeschafften Arnold'schen Chronometer verglichen und dabei Folgendes beobachtet: An 13 Tagen betrug die Differenz 0 Sekunden, an 17 Tagen + 1 Sekunde, an 3 Tagen + 2 Sekunden, an 10 Tagen — 1 Sekunde und an 3 Tagen — 2 Sekunden. Die sorgfältige Beobachtung des Ganges mehrer anderen Vulliamy'schen Uhren hat gezeigt, daß sie in Zeit von 8 Tagen nur selten um mehr, als 3 oder 4 Sekunden differiren.

(Bulletin de la société d'encouragement. 1853, Fevr. p. 52.)

Hemmungsvorrichtung ohne Spiralfeder, um der Unruhe eines Chronometers eine kreisförmig fortgehende Bewegung zu ertheilen, erfunden vom Uhrmacher C. F. F. Schade in Breslau und patentirt in Preußen.

In sämmtlichen Abbildungen dieser Vorrichtung sind dieselben Theile mit denselben Buchstaben bezeichnet.

Figur 106 stellt die Hemmung und zugleich den eigentlichen Theil der Erfindung dar. Die Buchstaben a, a bezeichnen eine liegende Welle, an deren einem Ende sich die Unruhe oder das Schwungrad b befindet; mehr in der Mitte aber ist eine kreisrunde stählerne Scheibe (Hemmscheibe) c, mit zwei Einschnitten gegenüber, welche ebenfalls mit an der Welle befestigt ist. Diese Hemmscheibe dient nun dazu, damit der kreisförmige Lauf des Schwungrades b durch dieselbe in einer fortwährend drehenden Bewegung nach einer und derselben Richtung regelmäßig erhalten werde.

Fig. 107 ist das letzte Rad einer Uhr, das sogenannte Steigrad, Stiften- oder Hemmungsrad, mit seinem Getriebe, durch welches die Hemmung in Bewegung gesetzt und regulirt wird. An der einen Seitenfläche des Rades d sind Stifte angebracht, welche einer nach dem andern in die Bahn der Hemmung, vielmehr in die beiden einander gegenüberstehenden Einschnitte der Hemmscheibe c willig eingreifen und dieselbe mit

der Unruhe zugleich, welche letztere, wie schon oben gesagt worden, mit der Hemmscheibe eine gemeinschaftliche Welle oder Achse hat, nach der Richtung des Pfeiles (siehe Fig. 108) fortbewegen.

In Fig. 108 sieht man den Hemmungsmechanismus vollständig in seiner Zusammensetzung und die Richtung seiner drehenden Bewegung durch Pfeile angedeutet.

Fig. 109 und 110 zeigen die Hemmung in Verbindung mit dem Rade, nach größerem Maßstabe ausgeführt und mit hinweggenommener Unruhe.

Die Art und Weise der Bewegung und wie die Unruhe mittels dieser neuen Vorrichtung in fortdauerndem Umlaufe erhalten wird, ist folgende:

Sobald sich durch Antrieb die auf der Hemmungswelle a a befestigte Unruhe b etwa nur um den vierten Theil ihres Umfanges nach der Richtung des Pfeiles Fig. 108 umgedreht hat, wird sich auch die Hemmscheibe c nach dieser Richtung hin um eben so viel umgedreht haben, und es wird daher einer der beiden einander gegenüberstehenden Einschnitte den an der Hemmscheibe dicht anliegenden Stift des Hemmrades d erreichen, worauf derselbe sogleich in den Einschnitt eintreten, der Hemmung einen neuen Impuls ertheilen und durch Druck auf die Bahn seine bewegende Kraft so lange ausüben wird, bis er die Hemmung passirt hat, und das Rad aufs Neue wieder, durch das Anlegen des nächstfolgenden Stiftes an die Hemmscheibe, gehemmt worden ist.

Da sich die Hemmscheibe bei ihrer Rotation immer nur bis zum Viertheil eines Kreisbogens umzudrehen hat, bevor sie wieder einen neuen Anstoß durch einen der Stifte des Hemmrades erhält, so folgt hieraus, daß die Friktion und die Abnahme der Kraft während des Hemmens an dieser Vorrichtung nicht allein gering, sondern auch von kurzer Dauer ist.

Die Größe, eigentlich der Umfang der Hemmscheibe, richtet sich besonders nach der Menge und nach der Entfernung der Radstifte bezüglich ihres Abstandes von ein-

ander, wie dieß die Zeichnung Fig. 108, 109 und 110 deutlich darthut. Die beiden Einschnitte dieser Scheibe müssen jedoch so breit und so tief ausgearbeitet sein, daß sie den Hemmradstiften, deren in der Zeichnung 15 sind, bei ihrem jedesmaligen Durchgange kein Hinderniß verursachen, sondern ihnen auch den zur Bewegung nöthigen Spielraum gestatten. Auch ein Einklemmen der Hemmung an ihrem Umkreise, zwischen je 2 Stiften des Rades, darf ebenfalls nicht stattfinden und muß ein solches mit gleicher Sorgfalt zu verhindern gesucht werden. Macht man dagegen die Hemmscheibe zu klein, alsdann ist der Absfall der Stifte zu groß. In Fig. 109 sieht man, wie ein Stift des Hemmrades sich im Eingriffe befindet; in Fig. 110 aber, wie ein solcher Stift die Bahn, resp. den Einschnitt der Hemmung soeben verlassen hat.

Die Art der Hemmung ist eine ruhende, welche jedoch nach Umständen auch durch den gewöhnlichen einfachen Vorfall der freien Hemmung leicht in die letztere umgewandelt werden kann.

Es ist augenfällig, daß diese Stiftengang-Vorrichtung, welche bei ihrer Anfertigung gar keine Schwierigkeiten darbietet, große Einfachheit besitzt, und daß eine weitere Erklärung dieserhalb beizufügen nicht nöthig ist. Indessen dürfte hier noch zu bemerken sein, daß auch bei dieser Anordnung zugleich mit auf die Berechnung des Räderwerkes Rücksicht genommen werden muß, indem sonst das Uhrwerk, in Verbindung mit dieser Hemmung, schneller als gewöhnlich ablaufen würde. So können auch für diese Hemmung, anstatt der Unruhe, noch andere derartige Vorkehrungen zu ihrem Regulator gewählt werden, sofern sie nur die Eigenschaft besitzen, in jeder Ebene zu schwingen. Die Konstruktion der Hemmung anlangend, mit mehr oder weniger als zwei Einschnitten, so ist diese, gewisser Ursachen wegen, blos für besondere Fälle und andere Zwecke anwendbar. Durch Nachdenken über die Verbesserung der Chronometer wurde Herr Uhrmacher Schade auf die so eben beschriebene

Erfindung geleitet, welche er nunmehr bei verschiedenen Zeitmessern, sowohl mit epicykloidischer, als auch mit helikoidischer Verzahnung ausgeführt hat. Er empfiehlt sie wahren Künstlern zur ferneren Prüfung um so mehr, weil schon längst von Vielen die größten Anstrengungen gemacht worden, eine derartige Vorrichtung zu erzielen.

Die ruhende Doppelradhemmung*).

Die ruhenden Hemmungen haben die Unvollkommenheit, daß das Oel, welches sie gebrauchen, einen höchst schädlichen Einfluß auf die Regelmäßigkeit des Ganges der Uhr äußert, so wie nämlich das Oel an Flüssigkeit verliert. Dieß ist, wie wir gesehen haben, vorzüglich bei den Cylinderhemmungen der Fall, wo sich die Wirkung des Hemmungsrades unter der Ruhe auf einen überaus großen Umfang, nämlich auf den äußern, sowie auch auf den innern Durchmesser des Cylinders erstreckt und dadurch eine bedeutende Reibung verursacht, welche noch größer wird, wenn das Oel seine Flüssigkeit verloren hat. Dieser Umstand hat daher die Idee zu einer Haken- oder Virgulhemmung hervorgerufen, wodurch die Reibung sehr unbedeutend gemacht werden würde, wenn sich das Oel darin halten könnte. Die Erfahrung hat aber auch hinreichend gezeigt, daß die Hakenhemmung das Oel nicht lange an den aneinanderreibenden Stellen hält; daß dieses im Gegentheile häufig davon abläuft, und diese Hemmung daher nicht mit Vortheil angewandt werden kann, obgleich sie nach außerordentlich guten Principien konstruirt ist. Die Doppelradhemmung tritt daher jetzt sehr oft und mit großem Vortheil an die Stelle der Cylinder- und Hakenhemmung, und Uhren, welche mit dieser Hemmung versehen sind, bewahren lange Zeit eine große Regelmä-

*) Moinet, Traité d'hortologerie etc. Part. II, chap. V, p. 361.

ßigkeit, da die Reibung unter der Ruhe sehr gering ist, und da sich das Oel, welches man bei der Rolle anbringt, welche die Ruhe bildet, dort halten kann und nicht herausläuft.

Fig. 111 zeigt den Grundriß, Fig. 112 das Profil der Doppelradhemmung. A und B sind die zwei Hemmungsräder, an einer gemeinschaftlichen Achse befestigt. Das erste wirkt beim Spiele der Hemmung auf den Impulsionszahn C, der von der Achse der Unruhe getragen wird und auf diese Weise vom Rade A die Stöße (Impulse) erhält, die zur Unterhaltung der Bewegung oder der Schwingungen des Regulators erforderlich sind. Das große Rad B ruht während der Schwingungen auf der Rolle D, die mit der Achse der Unruhe koncentrisch ist, und bringt dadurch die Ruhe der Hemmung hervor, während der Schwingungen der Unruhe, nachdem der Stoß des Rades A gegen den Zahn C stattgefunden hat. Der kleine Einschnitt oder die Kerbe a ist in die Rolle gemacht, um die Spitzen der Zähne des großen Hemmungsrades frei hineintreten zu lassen, wenn die Kerbe während der Schwingung gerade vor das äußere Ende des Zahnes kommt, welcher auf der Rolle ruht; und durch dieses Mittel kann sich das Rad von der Rolle los machen und einen Zahn weiter fortschreiten. Fig. 112 zeigt die Lage der verschiedenen Theile der Hemmung. Die beiden Räder, das kleine Rad (Impulsionsrad, Stoßrad A) und das größere Rad (das ruhende Rad B) sind koncentrisch auf der Achse des Getriebes E befestigt. Das Rad A ist in dieselbe Ebene gestellt, wie der Zahn oder der Hemmungstheil C, und das Rad B ist so gestellt, daß es auf die Mitte der Rolle D wirken kann, welche einen Theil von der Achse der Unruhe ausmacht; der Zahn C ist ebenfalls an dieselbe Achse befestigt.

Das Spiel der Hemmung ist folgendes: während des Ganges der Uhr haben die Hemmungsräder eine Bewegung von der Linken zur Rechten oder in der Richtung von B nach C, und durch das Bestreben der Rä-

der, sich in dieser Richtung zu drehen, ruht das Ende des Zahnes b im Rade B auf dem Umkreise der Rolle D, bis sich die Kerbe a, durch die Bewegung der Unruhachse von der Rechten zur Linken, gerade vor dem Zahne b befindet. In diesem Augenblicke fällt der Zahn b in die Kerbe der Rolle, bleibt hier einen Augenblick und läßt dann wieder los, so daß das Rad A durch das Treiben des Räderwerkes, indem es von der Linken zur Rechten geht, auf den hervorstehenden Theil des Impulsionszahnes C wirken kann, der sich in einer passenden Lage befinden muß, um von dem Radzahne e den erforderlichen Stoß zu erhalten, damit die Schwingungen des Regulators in der Richtung von der Rechten zur Linken stattfinden können. Durch die Wirkung der Spiralfeder wird die entgegengesetzte Schwingung, nämlich die von der Linken zur Rechten, hervorgebracht werden, und die Kerbe geht also wieder der Spitze des Zahnes im Rade B vorbei. Dießmal wird aber das Rad, indem es in die Kerbe einfällt, nur wenig zurückgehen und während der Schwingung fortfahren, auf dem Umkreise der Rolle zu ruhen, und das ist Alles, was während dieser Schwingung stattfindet.

Man sieht hieraus, daß die Unruhe nur bei jeder zweiten Schwingung durch die Wirkung der Hemmung die nothwendigen Stöße erhält, um die Schwingungen zu unterhalten.

Die Regeln, nach welchen man mit Vortheil diese Hemmung konstruiren kann, sind folgende:

1) Der Durchmesser der Rolle D muß so klein sein, als es die Verfertigung nur erlaubt, d. h. $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ der Entfernung zwischen zwei Zahnspitzen des Rades B.

2) Dieses Rad muß eine Hebung von 20° auf die Rolle bewirken und von 25°, wenn die Rolle sehr klein ist.

3) Es ist passend, einen Fall von 5° bis 10° zu haben, wenn das große Rad die Rolle losläßt, bis das kleinere Rad oder das Stoßrad auf den Hemmungstheil oder den Zahn C fällt.

4) Das Stoßrad A muß durch seine Wirkung auf den Zahn C die Unruhe 30° bis 35° heben, folglich muß dieser Zahn einen passenden Durchmesser haben, um eine Hebung von 40° hervorzubringen; denn die 10°, welche zum Falle dienen, lassen 30° zurück für die Wirkung des Rades A auf den Zahn C.

Die praktische Regel, deren man sich bedienen kann, um den Radius des Impulsionszahnes C im Verhältnisse zu dem Radius des Stoßrades zu bestimmen, so daß eine Hebung von 30° und ein Fall von 10° stattfinden könne, ist folgende:

Für ein Rad mit 12 Zähnen nehme man $\frac{3}{4}$ vom Radius des Stoßrades als Radius für den Zahn;

für ein Rad mit 13 Zähnen nehme man $\frac{9}{13}$ von dem Radius des Stoßrades als Radius für den Zahn;

für ein Rad mit 14 Zähnen nehme man $\frac{9}{14}$ von dem Radius des Stoßrades als Radius für den Zahn;

für ein Rad mit 15 Zähnen nehme man $\frac{3}{5}$ von dem Radius des Stoßrades als Radius für den Zahn.

Mit Rücksicht auf die wechselseitige Größe der Hemmungsräder hat man folgende praktische Regel: Wenn die Anzahl der Zähne in den Rädern wie gewöhnlich 15 ist, so soll sich der Durchmesser des Stoßrades zu demjenigen des Ruherades verhalten, wie 5 : 7.

Wenn die Hemmung gesetzt oder gestellt ist, muß man sich wohl davon versichern, daß der Zahn C, während er unter den Schwingungen der Unruhe den Spitzen der Zähne in dem Rade A vorbeigeht, den erforderlichen Spielraum habe, so daß sich die Zähne nicht festhaken; es ist sogar gut, daß dieser Spielraum, größerer Sicherheit halber, etwas reichlich sei.

Man wird leicht bemerken, wie unbedeutend die Reibung in dieser Hemmung dadurch gemacht ist, daß die Rolle, um welche die Reibung während der Ruhe des Hemmungsrades stattfindet, nur einen kleinen Durchmesser hat. Außerdem bewirkt der größere Durchmesser des Rades B, daß es mit geringerem Drucke auf der Rolle ruht, als es mit dem Rade A der Fall sein

würde, wenn dieses die Ruhe bewirkte, und dadurch wird die Reibung noch mehr vermindert. Man sieht auch ein, daß die in die Rolle gemachte Kerbe sehr zum Halten des Oeles geeignet ist, und daß man eine bedeutende Menge darin anbringen kann, damit es nicht gar zu schnell vertrockne, welches eine sehr große Gleichmäßigkeit der Reibung bewirkt. Die Länge der Zähne im Rade B bewirkt auch, daß das Oel nicht bis zum Innersten der Zähne hineinfließt, sondern sich im Gegentheil an den Spitzen hält.

Wenn man diese Hemmung möglichst vollkommen verfertigen will, so ist es gut, das große Rad B von Stahl und sehr leicht zu machen, eine Steinrolle entweder von Rubin oder Saphir zu gebrauchen, und besonders für die gute Politur derselben und die Abrundung der Kanten der Kerbe Sorge zu tragen, um die Abnutzung der Zahnspitzen zu verhüten. Ob das Rad gehärtet ist oder nicht, ist ziemlich gleichgültig. Das kleine Rad, welches keines Oeles bedarf, kann von Messing und der Zahn C mit einer Palette von Rubin oder Saphir versehen sein, auf welche die schrägen Spitzen des Rades A wirken können, wie die Zähne des Steigrades auf die Lappen der Spindel. Damit die Hemmungsräder ihre richtige Lage gegen die Achse der Unruhe bewahren können, ist es nothwendig, alle Zapfen der Hemmung in Steinlöchern gehen zu lassen.

Man kann indessen mit geringen Kosten eine Hemmung erhalten, die gute Dienste leisten wird, wenn man die Rolle von Stahl und ganz hart macht, ferner auch das große Rad von Stahl. Das kleine Rad kann von Messing sein und auf einen gutgehärteten Impulsionszahn von Stahl wirken.

Wenn die Anzahl der Schwingungen der Unruhe in einer Uhr mit der Doppelradhemmung besonders groß ist, z. B. 18000 in der Stunde, so ist es keineswegen nothwendig, Mittel anzuwenden, um das Ausschwenken zu verhüten, besonders wenn der Besitzer der Uhr dafür sorgt, sie nicht zu großen Kreisbewegungen, während

des Aufziehens oder bei dem Herausnehmen aus der Tasche, auszusetzen. Ein einfacher Anschlagstift, wie man ihn in Cylinderuhren gebraucht, kann in Uhren mit Doppelradhemmung nicht angewandt werden; hier würde man nur einen beweglichen Anschlagstift gebrauchen können, weil die Unruhe, während des Ganges der Uhr, beinahe einen ganzen Umgang oder 360° beschreibt. Dieser bewegliche Anschlagstift ist aber von Schwierigkeiten begleitet, und es ist daher eben so gut, gar keinen zu gebrauchen.

Joseph Eden Macdowall's verbesserte Duplex-Hemmung*).

Bei der gewöhnlichen Duplex-Hemmung wird ein Hemmungsrad mit mehreren Zähnen angewendet, bei welchem jeder Zahn einzeln hemmt; von der Genauigkeit, mit welcher jeder einzelne Zahn gefertigt ist, wird daher auch die Genauigkeit des Ganges abhängen. Der Zweck der gegenwärtig vorliegenden Erfindung ist, die Anzahl Stöße bei jeder Umdrehung des Hemmungsrades zu vermindern und sie sogar bis auf einen herabzuziehen; wenigstens können höchstens drei Anschläge für jede volle Umdrehung des Hemmungsrades mit Vortheil verwendet werden.

In Fig. 113 bis 115 ist A die Unruhe, B die Achse derselben, C ein Cylinder, D der an der Achse befestigte Rubin, E eine, um den Cylinder herumgehende, schraubenförmig ansteigende, schiefe Fläche; F die Schraubenachse; G ein vorstehender Schraubengang, welcher ziemlich in einer Umwindung um die Achse herumgeführt ist; J Einfallhebel (locking piece), welcher an dem hohlen Getriebe H befestigt und mit der Achse F so verbunden ist, daß er eine Stellung nach rechts oder links zuläßt.

---

*) **London Journal, Vol. XIV, p. 361—367.**

1, 2, 3, 4 sind die verschiedenen Punkte, in welchen die Schraube G mit der schiefen Fläche E am Cylinder in Berührung gebracht werden kann, je nachdem es die Stellung von J mit sich bringt. Stellt man sich nun vor, daß das Getriebe H durch eine Kraft zum Umdrehen angetrieben, und daß der Einfallhebel durch den Rubin D an einer Bewegung gehindert wird, so wird in demselben Augenblicke, wo die geneigte Fläche E mit der Schraubenfläche G in Berührung kommt, der Ausrückhebel frei werden und die Schraubenfläche G bei der Umdrehung der Achse F sich an der schiefen Fläche E abwickeln und dabei der Unruhe oder dem Regulator A das durch Reibung u. s. w. verloren gegangene Bewegungsmoment durch Uebertragung eines Theiles seiner eignen Bewegung ersetzen. Sobald sich aber F ziemlich herumgedreht hat, ist auch die weitere Fortbewegung durch das Aufhalten des Einfallhebels so lange unterbrochen, bis nach vollendetem Umschwunge von A der Einrückhebel J wieder ausgelöst wird. Die Größe des dem Regulator mitgetheilten Stoßes hängt von der Größe des Bogens ab, über welchen sich die geneigte Fläche ausdehnt, oder von der Größe des mit Berührung der beiderseitigen Schraubenflächen zurückgelegten Bogens, und die Größe des Bogens, welchen die schiefe Fläche auf dem Cylinder C einnimmt, bestimmt sich nach dem Durchmesser der Schraubenfläche auf F, indem die erstere etwa dreimal so groß, als die letztere ist. Eine Schraube mit einem Gange von $\frac{1}{8}$ Zoll wird eben so gut wirken, als eine Schraube mit einem ganzzölligen Gange, wenn nur eine genaue Berührung der treibenden und der getriebenen Fläche stattfindet.

In Fig. 116 ist dasselbe Hemmungsprincip so abgeändert, daß die Hemmungsachse bei zwei Stößen erst eine volle Umdrehung macht. A ist hier die Unruhe oder der Regulator, B seine Achse, C der Cylinder, D ein Rubin, E die an C wie vorher befindliche schiefe Schraubenfläche, G und M die beiden treibenden Schraubenflächen an der Achse H, an der bei J und L zwei Ein-

fallhebel, einander gegenüberstehend, angebracht sind. Die Wirkung bedarf hier keiner weitern Erklärung, und es verdient nur erwähnt zu werden, daß die Schraubenachse H hier bei gleichem Steigungswinkel der Schraubenfläche nur halb so hoch als vorher, folglich der ganze Mechanismus viel flacher, als vorher, gemacht werden kann.

Soll das Hemmungsprincip auf Pendeluhren angewendet werden, so liegt die treibende Schraubenachse horizontal und, statt des Hakens oder Ankers, ist ein vibrirendes Stück einer Cylinderoberfläche mit darauf befindlicher Schraubenfläche angebracht.

Fig. 117 und 118 zeigen die Art und Weise, wie nach demselben Principe die Hemmung bei Taschenuhren sehr flach ausgeführt werden kann. A ist hier nämlich eine spiralförmig gebogene, als treibender Hebel wirkende Scheibe, welche, von dem Punkte des kürzesten Halbmessers aus in der Richtung des Pfeiles G die kleine Walze B berührend, den Hebel C und durch denselben, beim Beginne der Schwingung, den Regulator D forttreibt und selbst von dem Gehwerke aus durch das an seiner Achse H befindliche Getriebe g umgetrieben wird, bis sie, die Rolle B verlassend, in ihrer Ruhestellung angelangt, durch den Einfallhebel E zum Stillstande gezwungen wird; nachdem der Regulator eine Doppelschwingung vollendet hat, wird H ausgelöst, und die treibende Bewegung von A beginnt aufs Neue.

Fig. 119 zeigt die Modifikation, welche im letztern Falle mit den sich bewegenden Theilen vorgenommen werden muß, sobald erst nach zwei Stößen sich die Achse H einmal voll umdrehen soll. Hier ist a der Regulator, und der bei demselben angegebene Einschnitt erlaubt einem der beiden Flügel an der Achse b die Mittheilung der stoßenden Bewegung, durch welche die gleichförmige Umdrehung bes Regulators gesichert wird.

Verbesserte Hemmung für alle Arten von Uhren von Ch. Mac Dowall, Uhrmacher in London.

Die im Nachstehenden zu beschreibende Hemmungskonstruktion läßt sich unter einer Menge von Modifikationen ebensowohl bei Wanduhren, als bei astronomischen Uhren und Taschenuhren anwenden und erhielt auf der Londoner Ausstellung eine Preismedaille. Zur Veranschaulichung des Principes dieser Hemmung ist in den beifolgenden Figuren eine Scheibe mit einem excentrischen Stifte gewählt, welche vom Gehwerke getrieben wird und das gewöhnliche Steigrad ersetzt; damit arbeitet ein Anker von sehr einfacher Konstruktion.

Die Fig. 120 bis 123 zeigen einen Hemmungsmechanismus in verschiedenen Stellungen; hierin bezeichnet a das Ende einer Welle, welche ein vom Gehwerke wie gewöhnlich bewegtes Getriebe trägt. Die Zähnezahlen an den Rädern und Getrieben sind so berechnet, daß, indem die Welle a während je zweier Pendelschläge eine Umdrehung macht, die Zeiger der Uhr mit der erforderlichen Geschwindigkeit über dem Zifferblatte herumbewegt werden. An der Welle a ist eine kleine Scheibe befestigt, an deren einer Stirnfläche ein zur Welle paralleler Stift p hervorragt, welcher sich bei der Drehung der Welle a in einem Kreise bewegt und das gewöhnliche Steigrad ersetzt. Der Arm c schwingt um eine zu den übrigen Wellen des Uhrwerkes parallele Welle und ersetzt den Anker; auf die Schaufeln b und d desselben wirkt der Stift p. Das Pendel kann entweder mit der Welle e oder dem Arm c auf die gewöhnliche Weise verbunden werden. Das Verhältniß der Länge des Armes c zum Abstande des Stiftes p von der Achse a ist so zu wählen, daß der Ausschlagwinkel des Pendels 2° nicht übersteigt. In Fig. 120 hat der Stift p eben die Schaufel b verlassen und trifft auf d. Bewegt sich nun das Pendel sammt dem Arme c nach links, so

daß dasselbe schließlich die durch punktirte Linien angedeutete Lage einnimmt, so ruht hierbei der Stift p auf der oberen Seite der Schaufel d auf, welche zu diesem Zwecke nach einem vom Centrum e aus beschriebenen Kreisbogen gestaltet ist. Kehrt der oscillirende Arm wieder in die in Figur 120 angedeutete Lage zurück und schwingt sodann weiter nach rechts, so gleitet der Stift über die Ecke von d herab und kommt in die in Fig. 121 angedeutete Stellung, indem er hierbei dem Arme einen Impuls in der Richtung des Pfeiles giebt. Wenn sodann der Arm etwas weiter nach rechts bis in die in Fig. 122 angedeutete Stellung gelangt, so gleitet der Stift an d in die Höhe und legt sich an die untere Fläche von b an, welche ebenfalls nach einem Kreisbogen gestaltet ist, dessen Centrum in e liegt. Sobald jedoch der Arm c aus der durch punktirte Linien angedeuteten Stellung in die durch volle Linien in Fig. 122 angegebene zurückkehrt und etwas weiter links schwingt, geht der Stift in Folge der Drehung der Welle a in den Ausschnitt des Armes, wie Fig. 123 zeigt, und ertheilt dem Arme einen Impuls in der Richtung des in dieser Figur beigezeichneten Pfeiles. Ist endlich der Arm und Stift wieder in die Stellung Fig. 120 zurückgekehrt, so wiederholt sich das vorbeschriebene Spiel von Neuem. Ihrer Wirkung nach ist die Mac Dowall'sche Hemmung eine ruhende. In der Zeichnung ist der Stift p cylindrisch dargestellt, doch kann dieselbe verschiedene Zahnformen erhalten.

Fig. 124 zeigt ein Arrangement, bei welchem das Pendel zugleich die Stelle des Ankers vertritt, indem in dem obern, die Stelle des Armes c einnehmenden Theile desselben ein mit einem abgesetzt bogenförmigen Schlitze versehenes stählernes Querstück eingesetzt ist.

Fig. 125 und 126 erläutern eine Modifikation der Dowall'schen Erfindung, angewendet auf die Unruhe einer Taschenuhr. An der vom Gehwerk bewegten Welle a befindet sich, wie vorher, eine Scheibe mit einem excentrischen Stifte p, mittels dessen der Hemmungshebel

c bewegt wird; letzterer wirkt auf die Unruhe in gewöhnlicher Weise ein und ist an dem einen Ende mit einer die Schaufeln b und d bildenden Oeffnung versehen, Fig. 125, auf welche der Stift p wirkt. Auch hierbei erhält der Hebel c, wie bei dem zuerst beschriebenen Beispiele, abwechselnd einen Stoß nach der einen und der andern Seite und bewirkt übrigens, wie vorher, die Hemmung des Uhrwerkes. Bei derartigen Hemmungsmechanismen stellt Mac Dowall den Hemmstift p vorzugsweise aus einem Rubin, oder einem andern harten Edelsteine dar, um alle unnöthige Reibung zu vermeiden; doch kann dazu, der Ersparniß wegen, auch Stahl oder ein anderes Metall verwendet werden. —

Verbesserte Hemmungen der Chronometer von G. Morton zu Keighley in Yorkshire.

Fig. 127 stellt die verbesserte Hemmung (patentirt in England am 17. Oktober 1856) im Grundrisse, Figur 128 einzelne Theile derselben in der Seitenansicht dar. A ist das Hemmungsrad; B der hohle Halbcylinder, gegen dessen Paletten die Zähne des Hemmungsrades abwechselnd sich lehnen; die Unruhspindel mit einem Cylinder D, welcher einen Rubinzahn a enthält, der dem Halbcylinder B seine oscillirende Bewegung ertheilt. Die Spindel b des Halbcylinders B enthält einen Hebel E, mit dessen Hülfe die Bewegung von dem Zahn a auf den Cylinder B übertragen wird. Die Bewegung des Hebels E und des Halbcylinders B hat Aehnlichkeit mit der gewöhnlichen Hebelhemmung, jedoch mit dem Unterschiede, daß von dem Hemmungsrade A aus kein Impuls durch Vermittelung des Hebels E gegeben wird. Zwei gehärtete Stahlstifte c, c ragen von der Seite des Hebels E hervor. Zwischen diese Stifte tritt der Zahn a, wenn er sich an der dem Cylinder B nächstliegenden Seite herumbewegt, und während dieser Bewegung bringt er den Hebel aus der ausgezogenen

in die punktirte Lage, und die Rubinplatte e läßt das Hemmungsrad A um einen Zahn weiter rücken. d ist die Palette, welche den Impuls von dem Hemmungsrad empfängt. Diese Palette ist ein an dem größeren Cylinder der Unruhspindel befestigter Rubin. An den Kontaktstellen von B sind gleichfalls Rubine befestigt, nämlich bei e an der äußeren Seite, gegen die sich der Zahn 1 des Hemmungsrades lehnt, und an der inneren Seite bei f, wo der Zahn aufgehalten wird, wenn er von e fällt.

Das Spiel der Vorrichtung ist nun folgendes: Angenommen die Unruhe bewege sich von der linken zur rechten Seite, so tritt der Zahn a bei seiner Bewegung zwischen die Stifte c, c und führt nun den Hebel E in die durch Punktirung angedeutete Lage. Während dieser Bewegung treten die Stifte c, c in die Höhlung des Cylinders D, worin sich der Zahn befindet. Wenn sich der Hebel der punktirten Mittellage nähert, so ist der Zahn 1 von dem Rubinstift e ausgelöst. Sobald dieser Vorgang stattfindet, gelangt die Palette d in die punktirte Lage d^1 und der Zahn f wird unmittelbar darauf von dem Rubin e frei; der Zahn 2 aber fällt auf die Treibpalette d^1 in die Lage d^1, indem er sich gegen diese Palette lehnt, bis der Zahn f durch den Rubin f an der inneren Seite des Cylinders B aufgehalten wird, worauf das Hemmungsrad A in der punktirten Lage bleibt. Somit empfängt die Palette d den Impuls des Zahnes 2, bis er in die punktirte Lage 2a gelangt. Während der Zahn 1 auf dem Rubin f ruht, führt die Unruhe den Hebel E in die punktirte Lage und vollendet ihre Schwingung von links nach rechts; dann kehrt sie durch die Kraft der Spiralfeder zurück und bringt den Hebel in seine Mittellage zurück, indem der Zahn a wieder zwischen die Stifte c, c tritt. Die letzteren stoßen gegen die Peripherie des kleineren Cylinders D, wenn ein Stoß, oder eine Gegenbewegung stattfinden soll, um den Hebel in stabiler Lage zu erhalten, wenn der Zahn a die Stifte verläßt. Nähert sich

der Hebel E seiner mittleren Lage, so wird der Zahn 1a von dem Rubin f frei, worauf der folgende Zahn auf den Rubin e fällt, wobei er dem Echappement nur eine sehr kurze Bewegung gestattet, und die Unruhe macht ihre Schwingung, indem sie die Palette d mit sich nimmt. Aber bei dieser Bewegung von der Rechten zur Linken verläßt diese Palette den Zahn des Hemmungsrades, welches sich in diesem Momente in der ausgezogenen Lage befindet. Der Zahn des Hemmungsrades bleibt auf dem Rubin e bis zur rückgängigen Bewegung der Unruhe, worauf die Palette d in der nämlichen Richtung einen neuen Impuls empfängt. Es erhellt hieraus, daß die Unruhe nur während ihrer Bewegung nach der einen Richtung den Impuls empfängt, und daß dieser Impuls während einer langen Bewegung ungefähr gleich dem Abstande eines Zahnes des Hemmungsrades von einem anderen mitgetheilt wird, wogegen die Bewegung des Hemmungsrades während der rückgängigen Schwingung der Unruhe sehr kurz ist und der Unruhe keinen Impuls ertheilt. Durch dieses Mittel wird das Spiel sehr regelmäßig, während das Echappement abgesonderter und freier schwingen kann, als andere Hemmungen. g, g sind Stifte, welche die Bewegung des Hebels E einschränken. Da die Rubine e und f mit der Spindel b koncentrische Kreisbögen sind, so hält die oscillirende Bewegung des Cylinders nur den Zahn des Hemmungsrades zurück und theilt der Unruhe keine Bewegung mit; die Rubine wälzen sich nur, während der Cylinder in Bewegung ist, auf diesem Zahn ab. Sobald der letztere von dem Rubin f frei ist, fällt er aus der punktirten in die ausgezogene Lage und macht den kurzen Fall auf den Rubin e, welcher inzwischen angekommen ist, um ihn plötzlich anzuhalten. Der Rubin f schiebt sich in dem nämlichen Augenblicke dazwischen, wo der Rubin e von dem Zahne weggenommen wird, um den längeren Fall zu thun, während dessen er der Unruhspindel den Impuls ertheilt.

Fig. 129 stellt eine Modifikation der beschriebenen Hemmung im Grundrisse dar. A ist das Hemmungsrad; der Palettehalter. Die Rubinpaletten e und f sind cylindrische, mit der Spindel b koncentrische Stücke und umfassen zwei Zähne. Der lange und der kürzere Fall wird eben so, wie oben, regulirt. Im vorliegenden Beispiele ist a ein Rubinstift anstatt des oben beschriebenen Zahns, welcher auf den Hebel wirkt, indem er sich in die Gabel c, c legt, und deren Bewegungen genau, wie oben beschrieben wurde, kontrolirt. Die Rubinpalette d empfängt ihren Impuls in der Lage d¹ und während des Falles des Zahnes 2 in die punktirte Lage 2a. Der den Rubin e verlassende Zahn 1 fällt nicht direkt auf den Rubin f, weil sich zwischen e und f ein Zahn befindet. (London Journ. of arts, Aug. 1858. S. 84.) —

Ruhende Hemmung für Pendeluhren von G. F. Hall, Uhrmacher in London.

Diese Hemmung besteht aus einem Steigrade A, Fig. 130, mit 7 Zähnen an vertikaler Spindel; hierzu koncentrisch ist ein Ring B, welcher um seinen horizontalen Durchmesser schwingt und innerhalb dessen zwei Rubinstifte oder Zähne angebracht sind. Sind diese Stifte abgerundet oder abgeschrägt, so ruht die Hemmung, während die abgerundete oder abgeschrägte Fläche des Stiftes an der Fläche des Steigradzahnes anliegt. Indem jedoch der Stift schwingt, gleitet der Kopf des Steigradzahnes unter dem Stifte hin und ertheilt dem Pendel hierdurch den erforderlichen Stoß. Diese Hemmung befand sich an einer von Hall in London ausgestellten Uhr, welche zugleich die Schwankungen der Temperatur und des Barometerstandes notirte. (Vergl. Kap. XIX, Hall's meteorolog. Uhr.)

Die einfache Kommahemmung*).

Diese Hemmung ist wahrscheinlich von Lépine erfunden, später aber fast allgemein wieder aufegeben worden, nachdem die Cylinderhemmung bekannter geworden war. Sie hat indessen vor letzterer, hinsichtlich ihrer Konstruktionsprincipien, den Vorzug, weil bei ihr die Wirkung des Rades auf die Ruhen weit näher am Mittelpunkte und auch mit weniger Reibung stattfindet; aber die Hebungen sind sich hier nicht gleich. Es ist indessen heutzutage eine bekannte Sache, daß diese Ungleichheit nicht von solchem Belange ist, als man sonst wohl glauben mochte. Der größte Fehler dieser Hemmung liegt in der Schwierigkeit, das Oel an den reibenden Theilen zu erhalten; und wenn es hier fehlt, so werden diese Theile bald zerstört, und der Gang der Uhr wird sehr unregelmäßig. Einige Vorsichtsmaßregeln genügen indessen, um diesem Uebelstande abzuhelfen; denn man hat Kommahemmungen von Lépine gesehen, die sich nach sehr langem Dienste wie neu erhalten hatten.

Fig. 131 stellt das Rad mit seinem Komma perspektivisch dar; der Zahn E wirkt auf die innere Ruhe c c des Komma's in a a und beginnt seine Wirkung auf die große Hebung a a; nachdem er dieselbe verlassen hat, wird der folgende Zahn auf die äußere Ruhe k, wie in Fig. 132, fallen. Ist das Komma durch die Spiralfeder wieder zurückgeführt, so wird der Zahn k auf die kleine Hebung m wirken, wie man es in B sieht, von wo er auf die innere Ruhe fallen wird, um kurz darauf auf die große Hebung zu wirken ꝛc. Die halbcylindrische Spindel des Komma's ist oben und unten ein wenig über die Ruhe hinaus eingeschnitten, um nicht von den Zähnen berührt zu werden; es bleibt für die Kurbel nur der Theil k d, den man im Grundriß oder im Durchschnitt Fig. 113 sieht. Der stählerne Cylinder, welcher das Komma aus gleicher Substanz trägt, ist

*) **Moinet, Traité d'horlogerie etc. Part. II, chap. V, p. 366.**

seiner Länge nach mit einem Loche durchbohrt, das, mit geringem Spielraume, der Breite der Zähne gleich ist; dieses Loch nimmt etwas gedrängt die beiden Achsenstücke der Zapfen auf; das obere Achsenstück enthält auch die Unterlage zur Vernietung der Unruhe. Die Länge des Komma's von k bis nach l muß, seine äußere Ruhe mit inbegriffen, dem Zwischenraume zweier Zähne, weniger etwas Spielraum, gleich sein. Die ganze Hebung beträgt 40°, nämlich 10° für die kleine Hebung m und 30° für die große. Der äußere Theil der halbcylindrischen Zähne geht durch den Mittelpunkt der Achse. Bei der Ruhe der Spiralfeder muß der Zahn gleichmäßig auf die beiden Hebungen wirken können; die Entfernung von l bis g muß 30° sein, siehe Figur 132, und die Differenz der beiden Hebungen macht die Entfernung der beiden Stöße etwas hinkend. Die Krümmung der Hebungen läßt sich mit einem Radius des Rades ziehen, dessen Mittelpunkt man sucht. Man rundet alle Ecken ab. Das Komma muß sehr gut gehärtet werden, und sowohl an den reibenden Stellen, als auch an den zunächst liegenden Oberflächen eine vollkommene Politur erhalten, um das Oel nicht anzuziehen. Manche Künstler sind der Meinung, daß ein stählernes Rad das Oel weit reiner erhalten könne; indessen wird das Rad gewöhnlich aus Messing gefertigt. Sind die Zähne etwas hoch und sparsam mit Oel versorgt, so vermeidet man dadurch das Ausfließen des letzteren.

Die doppelte Kommahemmung *).

Diese in Fig. 133 und 134 dargestellte Hemmung trägt auf der einen Seite das obige Komma, aber ohne seine äußere Ruhe. Ein zweites Komma bemerkt man hier, dem vorigen gegenüber liegend, jedoch um so viel

---

*) **Moinet, Traité d'horlogerie. Part. II, chap. V, p. 367.**

unter demselben, daß der Radkranz zwischen den beiden durchläuft, ohne sie zu berühren. Dieser Radkranz ist oben und unten mit einfachen, abwechselnden Halbstiften besetzt; der eine untere fällt in die Ruhe des untern Komma's b, wenn der obere der Spitze a des obern Komma's entweicht. Es finden auf jeder Seite 20° Hebung statt. Die Zähne sind manchmal herzförmig zugeschnitten und tragen zwei Stifte; aber wir ziehen diejenigen von der Gestalt eines T, wie in Fig. 133, vor, weil diese die größten Bogen der Kurbel, welche in a b c punktirt angegeben ist, gestatten; sie sollte indessen hinter der Fig. 134 sich befinden. Bei unserer Konstruktion, welche von der des Originalwerkes bedeutend abweicht, können die Komma's auf den Enden der Achsenstücke angebracht sein, was für den Nothfall die Bearbeitung derselben aus Rubin gestatten würde. Diese Hemmung schwingt und regulirt sehr gut. Die äußere Hebung an dem Rade muß konkav, wie an dem einfachen Komma weiter oben, und die innere Hebung konvex und von gleichem Radius mit demjenigen des Rades sein. Der Streit über die Priorität der Erfindung zwischen Beaumarchais und Lepaute wurde vor die Akademie gebracht, welche zu Gunsten des Ersteren entschied. Romilly zu Genf wollte die Ruhen bis auf den Durchmesser eines Stiftes zurückgeführt haben, um die Reibung dieser Ruhen zu vermindern, die bei den von Lepaute gefertigten Hemmungen größer waren. Letztere würden indessen, der jetzigen Erfahrung zufolge, besser entsprechen, indem man gefunden hat, daß ein gewisser Grad von Reibung nöthig sei, um hier den ungleichen Zug des gezahnten Federhauses, besonders mit der gewöhnlichen Spirale, zu kompensiren. Die außerordentliche Reduktion der Ruhen würde eine kompensirende Unruhe und einen Grad des Isochronismus der Spiralfeder nothwendig gemacht haben, die damals noch wenig bekannt waren, wenigstens nicht bei Uhren für den gewöhnlichen Gebrauch. Die Kreise der T-förmigen Zähne sind in der Fig. 133 zu groß angegeben.

Vérité's in Beauvais freie ruhende Hemmung mit konstanter Kraft für Pendeluhren *).

Fig. 135 zeigt einen Theil des Uhrwerkes von der Seite; Fig. 136 von oben. A ist das gewöhnliche Stiftenrad (roue à cheville), welches in seiner Bewegung nach jedem Pendelschlage durch einen der Hebel B und C aufgehalten wird, die sich an der Achse b befinden. Der Arm D ist an derselben Achse befindlich; E ist ein an der Achse a sitzender Hebelsarm, welcher in die Stifte des Rades A eingreift; an derselben Achse befindet sich noch der schwere Hebel F, an dessen Ende die Kugel G mit einem Seidenfaden aufgehangen ist, welche dazu bestimmt ist, nach je zwei Vibrationen durch seine Schwere einen Impuls zu geben und dadurch das dem Pendel verloren gegangene Bewegungsmoment zu ersetzen. Das Pendel H ist von J aus an einer Stahlfeder aufgehangen und unterhalb des Drehpunktes mit dem Querstabe J versehen, welcher an dem einen Ende K den Führer L trägt, welcher bei M geschlitzt ist und das Ende des Hebels D auf- und niederbewegt; bei N aber ist das Querstück J mit dem Träger O versehen, welcher zur Aufnahme der Kugel G bestimmt ist. Die obere Schale von O ist im Niveau mit dem Drehpunkte des Pendels.

Schwingt nun das Pendel von links nach rechts, so wird die Kugel G mit ihrem Gewicht auf das Ende N des Querstücks J drücken und dabei den Gang des Pendels unterstützen, bis die Kugel nicht mehr auf dem Träger O aufruht, sondern an dem Seidenfaden hängt; in demselben Momente wird sich der Führer L am andern Ende des Querstücks J so weit erhoben haben, daß der untere Rand des Schlitzes M den Hebelsarm D erfaßt und ein wenig aufhebt, wobei ein Stift des Rades

*) Bulletin de la Société d'encouragement 1839, pag. 12, 13, 71 et 72.

A an dem einen der beiden Hebelsarme B und C vorübergleitet, während der andere Hebelsarm den nächsten Stift auffängt. Bei der mit diesem Vorrücken eines Stiftes verbundenen geringen Drehungsbewegung des Stiftenrades ist der Stift, gegen den sich der Hebelsarm E anstemmt, ein wenig niedergedrückt, aber noch nicht so viel, daß der Hebelsarm an ihm vorbeigleiten könnte, vielmehr ist dem letztern dadurch eine solche Bewegung mitgetheilt worden, daß die Kugel G etwas in die Höhe gehoben wird, und dadurch möglich macht, daß die Pendelstange ihre Schwingungen von rechts nach links vollenden kann, ohne daß ihr das mindeste Hinderniß durch die Kugel G in den Weg gelegt wird. Ist die nach links gehende Schwingung des Pendels vollendet, so ist die Schale an O gerade so weit heraufgerückt, daß sie die Kugel G unterfängt; dann wird der obere Rand des Einschnittes M am Führer L den Hebel D ergreifen und ihn ein wenig herunterbewegen, wodurch bewirkt wird, daß der an E noch liegende Stift ein wenig vorrückt, dabei E auslöst und nun dem etwas schweren Hebel F erlaubt, das Uebergewicht zu gewinnen und die Kugel G in den Stand zu setzen, so wie anfänglich beim beginnenden Niedersinken von N zu wirken.

Séguier spricht sich äußerst vortheilhaft über diese ruhende Hemmung aus, welche von ihm zwar nicht für vollkommen neu, aber doch für einfacher, als die früheren Einrichtungen erklärt wird. Vorzüglich empfiehlt sich diese Hemmung auch dadurch, daß dieselbe leicht an bereits vorhandenen Gehwerken angebracht werden kann.

Wenn man es genau nimmt, so verdient diese Hemmung die letztere Benennung „von konstanter Kraft" nicht. Es haben deshalb mehrere der geschicktesten Uhrmacher diese Kugelhemmung zu vervollkommnen sich bemüht, und wir wollen deshalb hier die gelungensten Versuche mittheilen.

Zuerst wenden wir uns zu den Versuchen des Hrn. Winnerl *). Diese Hemmung ist in Fig. 137 dargestellt. P ist das Pendel, oben mit einem Querstück J J′ versehen, an dessen beiden Enden zwei kleine Schälchen I I′ befestigt sind.

A ist das Hemmungsrad. Unter demselben sind angebracht zwei Hebel D D′, H H′, in deren Drehungspunkt, was den Hebel D D′ anlangt, ein Anker C C′, der an seinen beiden Enden mit zwei schiefen Flächen versehen ist, und was den Hebel H H′ anlangt, ein großer Anker B B′, mit zwei Ruheflächen versehen, befestigt ist.

Unter dem Hebel D D′ sind zwei kleine, sehr biegsame Federn E E′ befestigt; und durch jede derselben läuft eine Schraube F F′, die mit ihrer Feder ein Ganzes bildet, aber die Enden des Hebels D, D′ ohne Reibung durchsetzt.

Am Ende jeder dieser Federn sind endlich an einem seidenen Faden über den Schälchen I I′ zwei kleine Platinkugeln G G′ aufgehangen.

Diese Hemmung tritt nun auf folgende Weise in Wirkung: In der Figur ist sie in demselben Augenblicke dargestellt, wo der Impuls von links nach rechts aufhört und wo die Kugel schwebend bleibt.

Ihr Gewicht, welches alsdann auf die Feder F wirkt, die mit der Schraube F ein Ganzes bildet, drückt ganz auf den Arm H, so daß derselbe niedersinkt. Die Folge davon ist die Auslösung der Fläche B des Ankers B B′, welcher einen Zahn des Hemmungsrades A festhielt. Dieses, in Gang gesetzt durch die Bewegungskraft, wird durch die Spitze eines seiner Zähne die schiefe Fläche C′ des Ankers C C′ auf der Achse des Hebels D D′ zurückdrängen, während der folgende Zahn gegen die Fläche B′ stoßen wird, welche die drehende Bewegung des Hebels H H′ in den Zwischenraum zweier Zähne hat eintreten lassen.

*) Revue scientifique Nr. 54, Juin 1844.

Das Zurückdrängen der schiefen Fläche B' wird seinerseits die drehende Bewegung des Hebels D D' bewirkt haben, dessen Ende D, wenn es unter den Kopf der Schraube F zu stoßen kommt, die Kugel G emporheben wird, um einen künftigen Impuls von links nach rechts vorzubereiten. Das andere Ende, indem es so weit niedergeht, daß es den Kopf der Schraube F nicht mehr trägt, deren Spitze alsdann auf dem Ende des Hebels E' aufruhen wird, bestimmt die Länge des Hinabsinkens der Kugel G', um dem Pendel einen Impuls von rechts nach links zu geben.

Während dieser Zeit wird das Pendel seine Schwingungen von links nach rechts fortgesetzt und die Kugel G' ein wenig gehoben haben, bis zu dem Augenblicke, wo es durch seine eigene Schwere und durch die Wirkung der Schwere der Kugel G' von rechts nach links sich bewegt.

In dem Augenblicke, wo bei dieser Schwingung die Kugel G' aufhört, auf dasselbe zu drücken, ist es vollkommen bereit, die Kugel G zu berühren, und da alsdann alle Stücke der rechten Seite sich in den bezüglichen Lagen befinden, in welchen die Stücke der linken Seite in der Figur dargestellt sind, so werden die bereits beschriebenen Wirkungen sich daselbst ebenfalls wiederholen. Die Kugel G', welche durch die Spitze der Schraube F' mit ihrem ganzen Gewichte auf den Arm H' drückt, wird ihn in Drehung versetzen, um ihn wieder in die dargestellte Lage zurückzuführen. Aber diese drehende Bewegung kann nicht stattfinden, ohne die Fläche B' auszulösen, gegen welche ein Zahn des Rades A drückte, welches, wenn es sich in Bewegung setzt, mit der Spitze eines seiner Zähne gegen die geneigte Fläche C drücken, sie zurückdrängen und den Hebel D in Drehung versetzen wird, dessen Arm D', indem er den Kopf der Schraube F' hebt, auch die Kugel G' emporheben wird, so daß sie einen neuen Impuls von rechts nach links zu geben vermag. Die drehende Bewegung des Hebels H H' wird von neuem die Fläche B

zwischen zwei Zähne des Rades A geführt haben, wodurch das Anhalten dieses Rades bewirkt wird. Die Drehung des Hebels D hebt nicht allein die Kugel G′, sondern bestimmt auch die Länge des Sinkens der Kugel G, die am Ende dieser Schwingung einen neuen Impuls von links nach rechts erzeugt.

Auf den ersten Blick hat es den Anschein, als ob diese Hemmung alle schon so oft erwähnten Bedingungen vollständig erfülle, und als ob sie hauptsächlich den veränderlichen Einwirkungen der Bewegkraft gänzlich entzogen sei. Dieses ist aber nicht der Fall; denn wenn man sich von ihren Wirkungen Rechenschaft giebt, so wird man finden, daß das Gewicht der Kugel nicht gänzlich zur Auslösung des Räderwerkes verwendet wird; daß dieses Gewicht in zwei Theile zerfällt, von denen der eine fortfährt, dem Pendel Impuls zu geben, während der andere die Auslösung bewirkt. Nun ist schon häufig als die Hauptursache der Unregelmäßigkeiten eines Uhrwerkes der veränderliche Druck der letzten Theile des Räderwerkes gegen die Stücke, welche periodisch den Gang desselben hemmen, aufgestellt worden, und diese Variationen rühren zum großen Theile von der Veränderlichkeit der bewegenden Kraft her. Es liegt demnach auf der Hand, daß in dem Falle eines größern Druckes ein größerer Theil des Gewichtes der Kugeln thätig sei, um die Auslösung zu bewirken, und daß der Impuls des Pendels um so viel vermindert werde; daß umgekehrt bei einem geringeren Drucke die Auslösung durch einen geringeren Theil des Gewichtes bewirkt werde und der Impuls des Pendels weit stärker sein müsse, weil er durch einen größern Theil des Gewichtes der Kugeln bewirkt wird. Wenn anderntheils die Kraft des Räderwerkes größer ist, so erfolgt die Bewegung des Hebels D D′ geschwinder, und die Kugel trifft weit früher mit der steigenden Schale zusammen, wodurch wiederum die Größe der Schwingungen des Pendels vermindert wird, welche bereits durch den geringern Impuls der andern Kugel vermindert war.

Aus diesen Betrachtungen ergiebt sich nun, daß, ganz im Gegensatze zu andern Einrichtungen der Uhrmacherkunst, die Hemmung des Herrn Winnerl das Pendel größere Bogen mit geringerer Kraft, und kleinere Bogen mit größerer Kraft beschreiben läßt.

Daraus geht endlich aber auch hervor, daß, trotz der sinnreichen Anordnungen des Hrn. Winnerl, diese Hemmung im strengen Sinne des Wortes noch keine mit konstanter Kraft genannt werden könne.

J. Wagner's Hemmung.

Diese Aufgabe, welche, wie wir gesehen haben, Verité und Winnerl nicht vollkommen zu lösen im Stande gewesen waren, hat der erfindsame Wagner auf folgende Weise zu lösen versucht: In Fig. 138 sind die Einrichtungen dargestellt, welche er für diesen Zweck getroffen hat.

A ist ein gewöhnliches Hemmungsrad mit Stiften.

B B′, Hemmungsschnäbel, von denen jeder unter der schiefen Fläche mit einer Ruhefläche versehen ist. Die Schnäbel sind auf einem Hebel C C′ befestigt, der an jedem seiner Enden eine stählerne Schraube D D′ trägt.

E E′ zwei horizontale Hebel, von denen jeder seine eigene Achse besitzt, welche in F mit der Achse des Hebels C C′ koncentrisch ist.

G G′ Laufgewichte, auf den Hebeln E E′ angebracht, deren Lage die zum Impuls des Pendels nöthige Kraft regulirt.

H H′ Hörner des Pendels P, welche mit ihm ein Ganzes bilden; am Ende jedes Hornes ist ein seidener Faden oder ein biegsamer Metalldraht befestigt und das andere Ende desselben am Ende eines der Hebel E E′.

Unter diesen Bedingungen empfängt das Pendel seinen Impuls durch das Gewicht eines der Hebel E E′,

welcher durch den Faden emporgehoben wird, durch den er mit einem der Hörner H H′ in Verbindung steht *).

In der Figur ist der Anfang eines Impulses des Pendels von rechts nach links in Folge der Wirkung des Gewichtes G des Hebels E dargestellt.

Das Räderwerk ist gehemmt, weil ein Stift des Hemmungsrades sich auf der Ruhefläche des Schnabels B′ befindet, der in der vertikalen Linie liegt, und weil der Hebel E′, sammt seinem Gewichte G′, auf den Arm C′ des Hebels drückt, welcher die Hemmungsschnäbel trägt, wodurch die Sicherheit des Anhaltens festgestellt wird.

Zwei sehr verschiedene mechanische Wirkungen werden sich nun ergeben, je nachdem die seidenen Fäden, an welchen die Hebel E E′ aufgehangen sind, länger oder kürzer sind.

Angenommen, z. B., ihre Länge sei von der Art, daß, wenn einer der Hebel E oder E′ die Schraube D oder D′ berührt, der andere unmittelbar von dem gegenüberliegenden Horne emporgehoben werde.

In diesem Falle wird in dem Augenblicke, wo der Hebel E die Schraube D berührt und der Hebel E′ von dem Horne H′ gehoben worden, das Gewicht des Hebels E, welches auf den Arm C des Hebels der Schnäbel wirkt, ihn zum Drehen bringen, den Zahn I auslösen, welcher auf der Ruhefläche des Schnabels B′ sich befand, und wenn nun dieser Zahn bei der Bewegung des Rades A auf die schiefe Fläche des Schnabels B gelangt, so wird er den Hebel in entgegengesetzter Rich-

*) Herr Wagner hat diese Hebel den Kugeln der Herren Verité und Winnerl vorgezogen, einmal, um das Anhaften zu vermeiden, welches, seiner Meinung nach, zwischen den Kugeln und den Schalen stattfinden müsse; aber hauptsächlich, damit nicht das seitliche Schwanken der Kugeln eine neue Variationsursache werde, wenn sie bald näher, bald entfernter vom Mittelpunkte der Bewegung des Pendels zu liegen kommen und folglich mit ihrem Gewicht auf veränderliche Hebelarme wirken müssen.

tung zum Drehen bringen, indem er diese schiefe Fläche zurückdrängt, um am untern Theile derselben auf die Ruhefläche zu gelangen. Diese drehende Bewegung wird die Schraube D′ des Hebels E′, welcher schon vom Horne H′ des Pendels gehoben worden, entfernt und die Länge des Sinkens dieses Hebels bestimmt haben, wenn das Pendel seine Schwingung, in Folge der eigenthümlichen Wirkung dieses Hebels, von links nach rechts macht.

Wenn bei dieser Schwingung der Hebel E′ mit der Schraube D′ in Berührung kommt, so hört er auf, den Impuls zu geben, drückt auf diese Schraube und läßt den Stift I aus, welcher vorher auf die Ruhefläche des Schnabels B gelangt war. Ein zweiter Stift J, welcher in Berührung mit der schiefen Fläche des Schnabels B′ stand, drängt diesen Schnabel zurück und gelangt auf seine Ruhefläche, wodurch der Arm C′ gehoben und der Arm C niederwärts gedreht wird, und danach bestimmt sich die Höhe des Sinkens des Hebels E bei einem neuen Impuls von rechts nach links.

Es ist einleuchtend, daß unter diesen Bedingungen die Hemmung des Hrn. Wagner das theoretische Ziel ebensowenig erreicht, als diejenige des Hrn. Winnerl, und daß sie den veränderlichen Einflüssen der Bewegkraft unterworfen bleibt, wenn diese Einflüsse nicht durch ein Steigrad zerstört werden; denn wenn die Auslösung des Räderwerks mit größerer oder geringerer Leichtigkeit erfolgt, so wird der Hebel, welcher diese Auslösung bewirkt, indem er dazu, wie die Kugel des Hrn. Winnerl, blos einen Theil seines Gewichtes verwendet, während dieser Auslösung mit einem veränderlichen Gewicht auf das Pendel wirken, wenn die Auslösung veränderliche Widerstände darbietet, welche einen mehr oder weniger großen Theil vom Gewichte des Hebels absorbiren.

Aber wenn die seidenen Fäden etwas länger sind, als wir eben angenommen haben, so verhält sich die Sache wiederum ganz anders.

In dem Augenblicke, wo während der Schwingung von rechts nach links der Hebel E sich auf die Schraube D legt, wird auch der Hebel E′ noch auf der Schraube D′ liegen, und beide werden sich im Gleichgewichte befinden. Die Auslösung des Räderwerkes und die Wirkungen, welche die Folgen derselben sind, werden erst stattfinden, nachdem das Pendel sich weit genug bewegt hat, um den Hebel E′ zu heben und folglich dem Hebel E die Auslösung des Räderwerkes zu gestatten. Da nun in diesem Augenblicke das Pendel seine größte Geschwindigkeit besitzt, so wird die geringe Bewegung, welche der Hebel C C′ machen muß, um diese Auslösung zu bewirken, nicht genügend sein, daß die Schraube D′ den Hebel E′ erreiche; das Sinken des Hebels E wird ebenfalls nicht beträchtlich genug sein, um von Neuem den seidenen Faden zu spannen, der ihn trägt, und um folglich von Neuem auf das Pendel zu wirken. Daraus wird sich aber ergeben, daß, wie veränderlich auch die Widerstände sein mögen, welche sich der Auslösung des Räderwerkes in angemessenen Grenzen entgegensetzen, diese Widerstände doch keinen Einfluß auf den Gang des Pendels haben werden, der gänzlich frei bleibt, und dessen Impulse von einer streng konstanten Kraft herrühren.

Man würde wahrscheinlich bei der ersten Voraussetzung zu demselben Resultate gelangen, wenn nämlich die beiden Hebel E und E′ nicht zu gleicher Zeit auf den beiden Schrauben liegen können, indem man den Mittelpunkt der Schwere des Hebels C C′ sehr tief legte, um ihm eine gewisse Trägheit der Bewegung zu geben, die dem Pendel gestattet, vor der Auslösung des Rades ziemlich weit zu schwingen, damit nicht der Hebel E oder E′ Zeit habe, seinen Faden zu spannen, bevor er durch die Schraube D oder D′ emporgestiegen.

Eine große Menge mechanischer Vorrichtungen können diese Trägheit der Bewegung bewirken, welche hier dem Tiefliegen des Mittelpunktes der Schwere beigemessen wurde.

Denselben Zweck könnte man auch auf die Weise erreichen, daß man auf der Achse des Hebels C C′ ein zweischenkeliges Pendel in der Art, wie Mältzel's Metronom, anbrächte und die Länge dieser Schenkel dergestalt regulirte, daß ihre eigenen Schwingungen, wenn das Pendel frei ist, von längerer Dauer sind, als diejenigen des Pendels der Wanduhr.

Diese beiden letzteren Hypothesen sind noch nicht durch Versuche bestätigt; aber seit dem Schlusse der letzten Pariser Ausstellung hat Hr. J. Wagner einen Versuch mit der Anwendung von Fäden gemacht, und das Resultat entsprach ganz der Erwartung.

Verbesserte Kugelhemmung des Hrn. Verité.

Hr. Verité hat seine Hemmung auf eine eben so einfache, als sinnreiche Weise vervollkommnet. Fig. 139 ist eine Skizze dieser Hemmung, die Hr. Verité auf die letzte Industrie-Ausstellung gebracht hatte.

A ist eine excentrische Scheibe auf der Achse des letzten Uhrrades, auf welcher ebenfalls ein Hebel oder Schwengel C C′ angebracht ist.

Ein Hebel D D′ trägt über seinem Mittelpunkte der Bewegung eine Gabel B, deren vertikale Schenkel die excentrische Scheibe A aufnehmen. Ein anderer schräger Arm E bildet mit dem Hebel D D′ ein Ganzes und nimmt mittels einer Vorragung, die man wegen ihrer Lage in der Figur nicht bemerken kann, eine andere Vorragung auf, welche dem Arm C oder C′ des Hebels auf der Achse des Excentrikums A angehört. Der Kontakt dieser beiden Vorragungen bewirkt die Hemmung des Räderwerkes, und die Einrichtung ist so getroffen, daß der Druck dieses Hebels gegen den Arm E perpendikulär zum Radius stattfindet, welcher durch den Kontaktpunkt und den Mittelpunkt der Bewegung des Hebels D D′ läuft, der außerdem vollkommen äquilibrirt

sein muß. Diese Bedingungen finden für den Zweck statt, die Bewegungen dieses Hebels so unabhängig, wie möglich, von den Veränderungen des Drucks beim Kontakte des Armes E und des Hebels C C′ zu machen.

Am Hebel D D′ sind zwei metallene Kugeln J, J′ aufgehangen, welche dem Pendel den Impuls geben sollen.

Auf jeder Seite des Hebels D D′ sind zwei Stücke F, F′ angebracht, die um eine Achse beweglich sind, und deren unteres Ende zwei kleine Ruheflächen trägt, auf welche sich abwechselnd die Enden des Hebels D D′ stützen.

Zwei metallene Kugeln J I′ hängen am Arme G oder G′ der Hebel G H und G′ H′ auf derselben Achse, auf welcher auch die Ruheflächen F oder F′ sitzen. Der Arm H oder H′, der schwerer ist, als der Arm G oder G′, sitzt zwischen zwei Stiften, um die Bewegung dieses Theiles zu beschränken.

Das obere Ende des Pendels hat ein Querstück L L, welches auf seinen beiden Enden eine Fläche K oder K′ trägt, auf welcher abwechselnd die den Impuls gebenden Kugeln ruhen. Ein kleiner Stift auf jeder Fläche dringt in das Innere der Kugeln I und I′, um zu große Seitenschwankungen derselben zu verhindern.

Der Gang dieser Hemmung ist nun folgender: Die Fig. 139 stellt das Ende des Impulses von rechts nach links, durch die Kugel J erzeugt und durch die Kugel I noch fortgesetzt, dar. Die Kugeln J und I′ sind schon von der Fläche K′ aufgehoben.

Während das Pendel seine Schwingungen von rechts nach links fortsetzt, hört ein Theil des Gewichtes der Kugel I auf, auf dasselbe zu drücken; sie wird den Hebel G herabziehen, durch dessen Niedergang die Ruhe F unter dem Ende D des Hebelarmes, welcher die Kugel J trägt, entschlüpft; das Gewicht dieser Kugel wird alsdann diesen Arm D niederdrücken und die Kontakte des schrägen Armes E und des Armes C trennen. Da

das Räderwerk keine Hemmung mehr erfährt, so wird es das Excentrikum A drehen, welches die Gabel an seiner drehenden Bewegung Antheil nehmen läßt und eine Drehung des Hebels D D′ bewirkt, dessen Arm D′ in dem Augenblicke auf die Ruhefläche F′ zu liegen kommt, in welchem der Arm C′, nachdem er eine halbe Umdrehung gemacht hat, das Räderwerk hemmt, indem er auf den schrägen Arm E sich aufstützt. Durch diese Umkehrung des Hebels D D′ wird die Höhe des Sinkens der Kugel J′ in dem künftigen Impulse von links nach rechts bestimmt, und zu gleicher Zeit die Kugel J aufgehoben haben, um den künftigen Impuls von rechts nach links vorzubereiten.

Man wird bemerken, daß das Excentrikum A den Zwischenraum zwischen den Schenkeln der Gabel B nicht vollständig ausfüllt. Diese Bedingung bezweckt, der Kugel J die kleine niedersteigende Bewegung zu gestatten, welche die Auslösung des Räderwerkes herbeiführt, eine Bewegung, die nicht groß genug sein kann, um das Pendel bei seiner größten Geschwindigkeit wieder zu erlangen.

Nachdem das Pendel seine Schwingung von rechts nach links beendet hat, beginnt es diejenige von links nach rechts, und zwar unter der Einwirkung seiner eigenen Schwere und derjenigen der beiden Kugeln I und J. Nachdem es einen gewissen Punkt seines Laufes erreicht hat, wird die Kugel J aufhören, auf dasselbe zu drücken, und es wird keinem weitern Impulse, als demjenigen der Kugel I′ unterworfen sein, und auch diese wird das Pendel verlassen, um am Arme G′ aufgehangen zu bleiben. Ihr Gewicht wird alsdann die Ruhefläche F′, welche das Ende des Armes D′ trug, in Drehung versetzen. Wenn die Kugel J′ nicht mehr durch den Widerstand dieser Ruhefläche zurückgehalten wird, so wird sie den Hebel D D′ eine kleine Bewegung machen lassen, welche von Neuem die Kontakte des schrägen Armes E′ und des Armes C aufheben wird. Das Räderwerk wird

sich fortbewegen, und mit ihm das Excentrikum A, dessen Bewegung diesen Hebel D D′ in entgegengesetzter Richtung sich wieder drehen lassen, um ihn wieder in die Lage zu bringen, welche in Fig. 139 dargestellt ist; um ferner die Höhe des Sinkens der Kugel J für den nächsten Impuls zu bestimmen, und um die Kugel J′ aufzuheben, um den folgenden Impuls vorzubereiten.

Man sieht aus dieser Beschreibung, daß die Hemmung des Hrn. Verité vollständig die wesentlichen Bedingungen einer Hemmung von konstanter Kraft erfüllt, und daß das Pendel den Unregelmäßigkeiten der bewegenden Kraft gänzlich entzogen ist.

C. Freie Hemmungen.

R. S. Rigtrup's freie Steigradshemmung*).

Die in der Einleitung erwähnten Mängel der Steigradshemmung hat Hr. Rigtrup nicht allein völlig beseitigt, sondern auch so vervollkommnet, daß sie den Hemmungen in Chronometern an die Seite gesetzt werden kann.

A A, Fig. 140, ist der obere Boden; B B die Potence und der Steigradskloben; C c ist die Basküle, auf deren vorderstem Ende die Ruhe bei c stattfindet; d ist die Hebungsrolle; e ein kleiner Auslösungszahn; f die Auslösungsfeder; a a die Anschlagschraube, welche dient, den Eintritt der Basküle in die Zähne zu bestimmen; b b eine sehr schwache Spiralfeder, um die Basküle in der Richtung gegen das Rad und die Anschlagschraube zu halten. Indem jetzt die Unruhe G G von der rechten zur linken Seite schwingt, führt sie, da der Auslösungszahn e die Auslösungsfeder f gegen die Basküle C c

*) Dr. Dingler's polyt. Journ. Bd. 89, S. 99.

drückt und dieselbe in dieser Richtung um ihre Achse drehend macht, die Basküle aus dem Zahne des Steigrades. Sobald dasselbe frei ist, fällt es gegen die Hebungsrolle d. Wenn das Steigrad ein Drittel von seinem Wege zurückgelegt hat, setzt sich die Basküle in Ruhe, indem der kleine Zahn e die Auslösungsfeder f entläßt. Jetzt vollzieht sich die Hebung, und das Steigrad kommt bei c auf der Basküle C c in Ruhe, indem die Unruhe nach der Impulsion frei schwingt. Wenn die Unruhe zurückschwingt, giebt blos die kleine Feder f den Einwirkungen des Zahnes e nach, indem dieselbe sich nicht in dieser Richtung gegen die Basküle stützt, und die Hemmung beginnt von Neuem ihr Spiel. Der Durchmesser der Hebungsrolle kommt dem Raume zwischen zwei Zahnspitzen und dem der Hälfte bis zum nächsten gleich. Die Hebung ist 60°.

Alle Mängel, welche auch bei einer sorgfältigen Arbeit die Hemmung mit der Spindel beibehält, werden durch dieses Echappement aufgehoben. Hr. Rigtrup hat seine Uhr ohne Rücker ausgeführt und eine Kompensationsunruhe angewendet, so daß die Uhr wie ein Chronometer regulirt worden ist. Die Unruhe schwingt 480°.

Nachdem die Hemmung fertig war, ließ er die Uhr mit derselben Unruhe und Spiralfeder gehen, womit sie früher als Spindeluhr regulirt war, und dieselbe blieb jetzt binnen 24 Stunden 2 St. 23 Min. 30 Sek. zurück. Einen andern Versuch machte er, indem er die Unruhe wechselte und die Kompensationsunruhe anbrachte, welche einen Durchmesser von $7\frac{10}{12}$ Linien hat und 6 Gran wiegt, wogegen die alte Unruhe eine Größe von $8\frac{9}{12}$ Linien hatte und 4 Gran wog; mit dieser schwereren Unruhe nun blieb die Uhr 2 St. 42 Min., also nur um 18 Min. 30 Sek. mehr zurück, als beim ersten Versuche. Soviel, um den Unterschied zu zeigen, welchen Rigtrup's Hemmung gegen das Spindel-Echappement darbietet. Mit einer stärkern Spiralfeder ist die Uhr bis auf geringe Kleinigkeiten regulirt. Diese Hemmung, welche Rigtrup freie Steigradshemmung nennt, läßt sich in

jeder einfachen Spindeluhr einrichten, wenn man nur zwischen der Potence und dem Steigrade Platz genug findet, oder solchen leicht machen kann, so daß der kleine Auslösungszahn, ohne die Potence und das Steigrad zu berühren, freien Spielraum hat. Nothwendig ist es, daß man eine Schnecke mit Hülfskraft anwendet, ohne welche die Uhr beim Aufziehen stehen bleiben würde. Rigtrup beabsichtigt, diese Hemmung auch mit Federn, anstatt der Basküle, auszuführen. Um sie endlich bei Repetiruhren, wo der Platz neben der Potence sehr beschränkt ist, anwenden zu können, ist Rigtrup darauf bedacht, der Ruhe in dieser Hinsicht eine andere, von den beiden oben erwähnten etwas verschiedene Form zu geben.

Die Basküle C c hat bei C deshalb eine stärkere Form, um den hintern Theil mit dem vordern ins Gleichgewicht zu bringen, was, da ihre Achse nicht in der Mitte ihrer Länge angebracht worden ist, nicht stattfand und durchaus nothwendig ist. —

Die freie Ankerhemmung*).

Die freie Ankerhemmung wird vorzüglich in Taschenuhren gebraucht, die zur genauesten Abmessung der Zeit bestimmt sind; denn durch diese Art von Hemmung wird die freie Bewegung der Unruhe nur sehr wenig gestört. Die freie Ankerhemmung, welche hier beschrieben werden soll, bietet manche Vortheile dar, welche ihr den Vorzug vor andern Hemmungen geben. Durch diese Hemmung kann die Unruhe überaus große Schwingungen beschreiben, und ihr Spiel ist sehr sicher. Man kann sie, gleich der ruhenden Doppelradhemmung, mit Vortheil in Uhren vom zweiten Range gebrauchen, die eine Genauigkeit haben sollen, welche sich der des Chronometers nähert.

---

*) Moinet, Traité etc. Part. II. chap. V, p. 374.

Diese Ankerhemmung hat ihren Namen von dem sie meist charakterisirenden Theile, der einem Anker ähnlich ist.

Fig. 141 zeigt den Grundriß der Hemmung; Fig. 142 ihr Profil. In dieser Figur ist das Hemmungsrad aber nur mit punktirten Linien angedeutet, da es größtentheils vom Anker gedeckt wird.

Das Hemmungsrad A, Fig. 141, wirkt abwechselnd auf die schiefen Hebeflächen des Ankers. Die beiden Querstücke a x und e z desselben bringen Ruhe und Hebung hervor, nämlich Ruhe, wenn sich der Radzahn gegen die Kreisbogen a x und e z stützt, und Hebung, wenn der Zahn, aufhörend auf diesen Bogen zu ruhen, die Hebeflächen durchläuft, welche die passende Neigung haben und am Ende dieser Querstücke sitzen.

Dieser Anker hat an und für sich keine Schwingung oder hin- und hergehende Bewegung, sondern erhält dieselbe von der Unruhe und theilt dagegen dieser wiederum die Wirkung der bewegenden Kraft auf folgende Weise mit: Der Anker ist außerhalb des kleinen Querstückes e z etwas verlängert und hat hier eine Gabel, welche der Bewegung dieses Stückes so folgt, daß, wenn das Rad auf die Hebefläche a und nachher auf die Hebefläche c wirkt, die Gabel eine abwechselnde Bewegung nach entgegengesetzten Richtungen macht, wodurch der Theil d sich wechselweise auf der rechten und linken Seite der Linie befinden wird, welche durch die Achse des Ankers und die der Unruhe geht.

Diese Gabel hat drei Zinken f, d, f, von denen sich zwei f, f in der Ebene des Ankers befinden, wo sie einen Halbmond bilden; die dritte oder das Stück d erhebt sich über dieselbe, wie man sehr deutlich in Fig. 142 sieht, und streckt sich gegen die Achse der Unruhe aus. Wir werden den Gebrauch davon gleich sehen. Die Achse der Unruhe hat einen cylindrischen Ring oder eine Rolle b c von derselben Höhe, wie die oberste Gabelzinke. Diese Rolle hat einen bogenförmigen Einschnitt m, Fig. 141, geeignet, das so eben erwähnte Stück d

frei vorbeigehen zu lassen, wenn durch die Schwingung der Unruhe diese Höhlung gerade vor das Stück d geführt wird, welches zu derselben Zeit vermittelst der Hebung vorübergeht, denn die waagerechte Gabel und der Anker, welchen diese führt, üben in demselben Augenblicke durch Auslösung und Hebung auf solche Weise, wie erwähnt werden wird, ihre abwechselnde Bewegung aus.

Der Zahn r, welcher am Fuße der Rolle b c angebracht ist, wie man besonders in Fig. 142 sieht, zeigt sich wechselsweise wirksam und unwirksam zwischen den Seiten n und n der Gabelkerbe, in zwei Zwischenräumen, welche einander überaus nahe liegen; und hiervon hängt das Spiel der ganzen Hemmung ab.

Indem der kleine cylindrische Zahn r mit der Unruhe schwingt, geht er in die Kerbe zwischen den beiden Gabelzinken und schiebt während der Schwingung die Seite der Kerbe, welcher er begegnet, vorwärts. Er löst auf diese Weise die Ruhe des Rades auf dem Anker aus und bringt dasselbe auf die Hebefläche c und spielt hier also eine wirksame Rolle.

In dem Augenblicke, wo dieser Stoß gegeben ist und die Hebung angefangen hat, wird die Kerbe, durch die Hebung des Rades auf den Anker getrieben, schneller zu gehen suchen, als der Zahn r, welcher sich noch darin befindet, und dieser wird nun durch den Hintertheil der Kerbe, die ihm geschwinder folgt, als er entflieht, zu der Seite geführt, nach welcher er schon geht. Dieß ist die unwirksame Rolle der Unruhe, die aber für das Rad wirksam wird.

Die beiden Gabelzinken oder Hälften des Halbmondes f und f werden während der gewöhnlichen Thätigkeit der Hebung nichts zu thun haben und beim Vorübergehen des Zahnes r von diesem nicht berührt. Ihr Vorhandensein sichert aber die Wirkung des Zahnes, daß er in die Kerbe zurücktritt, wenn die Unruhe zurückschwingt; beschützt ihn auch gegen die Wirkung eines zufälligen Stoßes, der ihn aus seiner Lage bringen könnte, wenn das Stück d verhindert würde, sich gerade vor der

Höhlung in der Rolle b c der Unruhe in dem Augenblicke zu befinden, wo die Schwingung diese zurückführt; die Gabel würde in diesem Falle dadurch zu Hülfe kommen, daß sie vom Zahne r berührt und auf die zweckmäßigste Weise geführt würde.

Sobald die Hebung zu Ende ist, wird das ganze System, oder die Zusammensetzung des Ankers und der Gabel, durch die beiden Stifte i und s gehalten, welche die ganze Ausdehnung der Bewegung des Ankers und der Gabel bestimmen. Der folgende Zahn des Hemmungsrades wird dann in Ruhe gebracht sein, die Unruhe setzt ihre Schwingung frei fort, den Zahn r, der so eben die zwei erwähnten Rollen gespielt hat, mit sich führend. Am Ende des Schwingungsbogens wird, wenn dieser zu groß würde, der Zahn r noch eine dritte Rolle spielen, nämlich der äußern Seite der Gabelzinke begegnen, gegen welche er schwingt, und auf diese Weise das sogenannte Ausschwenken verhüten.

Beim Zurückspringen geht der Zahn r in die Kerbe der Gabel und spielt in entgegengesetzter Richtung dieselbe doppelte Rolle, sowohl die wirksame, als auch die unwirksame, welche er bei der vorhergehenden Schwingung gespielt hat; er löst auf der einen Seite aus, erhält gleich darauf einen Stoß von der andern Seite und setzt auf diese Weise seine Schwingung fort.

Man muß bemerken, daß der Durchgang des Zahnes r durch die Kerbe der Gabel eben so lange dauert, als der Durchgang des Stückes d durch die Höhlung der Rolle, welche auf der Achse der Unruhe sitzt. Dieses Stück b, es möge nun durch die Höhlung gehen, oder nach diesem Durchgange auf der einen oder andern Seite der Rolle in Ruhe verbleiben, berührt die Höhlung gar nicht, sondern kommt ihr nur sehr nahe und wird auf diese Weise auf seiner Wanderung oder in seiner Ruhe geleitet, in dem Falle, daß ein äußerer Stoß zur Störung des Spieles der Hemmung beitragen sollte und besonders, damit der Zahn r, wenn er zurückkehrt zwischen die Gabelzinken, ganz frei gehen könne,

ohne daß es zu befürchten stände, daß er gegen die Enden derselben stoße, oder hinter diese zurückgehe. Ohne diese Einrichtung würde die Gabel durch eine äußere Bewegung der Uhr, die in der Ebene der Gabel geschähe, ausschwenken können, wodurch die Uhr natürlicher Weise stehen bleiben müßte.

Fig. 142 zeigt die Hemmung im Profil. A A ist das Hemmungsrad, welches nur mit Punkten bezeichnet ist; X Z der Anker, G die Gabel, H die Achse der Unruhe, welche den Zahn r trägt, der den Stoß von der Kerbe n n, Fig. 141, erhält; b c zeigt den Theil, welcher das Ausschwenken mittels des Stückes d verhindert.

Nachstehenden Regeln muß man folgen, um diese Hemmung gut auszuführen.

1) Um die Entfernung zwischen dem Mittelpunkte des Rades und dem Punkte zu bestimmen, um welchen die Bewegung des Ankers stattfindet, zieht man von der Mitte des Rades bis an den äußersten Punkt eines seiner Zähne eine gerade Linie k a oder einen Radius zum Rade. Nun zieht man einen andern Radius k e, welcher in der Mitte des dritten Zwischenraumes endigt, vom Zahne a gerechnet, den wir soeben genannt haben. Alsdann zeichnet man die Peripherie des Rades zwischen diesen beiden Radien.

Auf dem Ende des ersten Radius k a zieht man eine gerade Linie a h von unbestimmter Länge senkrecht auf den Radius, oder eine Tangente zur Peripherie des Rades.

Auf dem Ende des zweiten Radius errichtet man eine senkrechte Linie e p, die der ersten in einem Punkte q begegnet; dieser Punkt ist der Mittelpunkt für die Bewegung des Ankers.

2) Die Entfernung von der äußern bis zur innern Ruhe bei den Hebeflächen des Ankers, oder von a bis e, muß gleich dem Bogen sein, der die Entfernung zwischen zwei auf einander folgenden Zähnen einnimmt, $2\frac{1}{2}$ Mal genommen, wie Fig. 141 zeigt.

3) Die Ruheflächen a x und e z müssen koncentrisch mit der Achse des Ankers sein. (Man könnte sie ein wenig schräg machen, um das Spiel der Hemmung so sicher als möglich herzustellen; dieses würde aber ein kleines Zurückweichen des Rades verursachen.)

4) Jede der schiefen Ebenen (Hebeflächen) des Ankers muß eine Neigung von wenigstens 5° haben, so daß der Bewegungsbogen der Gabel nicht unter 10° beträgt.

Die Bestimmung der Entfernung zwischen den Bewegungsmittelpunkten des Ankers und der Unruhe geschieht auf folgende Weise:

5) Die Gabel muß eine Hebung der Unruhe von wenigstens 40° bewirken. Daher muß man den Anker, wenn er fertig ist, an seinen Platz stellen und ihn in Wirksamkeit treten lassen. Siehe Fig. 143. Durch zwei Linien oder Radien, die von dem Mittelpunkte des Ankers ausgehen, bemerkt man die Größe des Weges, den die Gabel durchläuft, an der Stelle, wo die Unruhachse ist, als Folge der Hebung des Ankers durch das Rad. Nachdem man eine gerade Linie von der Achse der Unruhe bis zum Mittelpunkte der Bewegung des Ankers gezogen hat, zieht man von der Unruhachse auf beiden Seiten der Mittelpunktslinie Linien, die einen Winkel von 20° mit dieser und von 40° unter einander bilden. Die Durchschnittspunkte dieser Linien mit den beiden Radien, vom Mittelpunkte des Ankers gezogen, zeigen an, wie groß die Entfernung des Zahnes r (von seinem Berührungspunkte an gerechnet) bis zum Mittelpunkte der Achse der Unruhe sein soll, um eine Hebung von 40° zu bewirken.

Oder, was dasselbe ist, die Entfernung vom Mittelpunkte des Ankers bis zum Führungspunkte des Zahnes r muß beinahe 4 (3,9) Mal größer sein, als die Entfernung vom Mittelpunkte der Achse der Unruhe bis zum Führungspunkte des Zahnes r, wenn eine Hebung der Unruhe von 40° verlangt wird, und die Hebeflächen des Ankers 5° Neigung haben.

6) Die Länge der schiefen Ebene des Ankers, welche die Hebeflächen bilden, muß etwas kleiner sein, als die Hälfte der Entfernung von dem einen Zahne des Rades bis zum folgenden.

7) Die vorderste Seite der Hemmungsradzähne hat eine bedeutende Neigung, welche zwischen das Centrum und die Peripherie des Rades hin gerichtet ist; die Zähne müssen auch am Ende etwas schräg sein; ungefähr 5°.

8) Der Arm des Ankers spielt zwischen den Stiften i und s und stützt sich auf dieselben, nachdem die Hebung bewirkt ist, welche das Ausschwenken der Unruhe verhütet.

Die Zähne des Rades müssen von der hintern Seite ausgehöhlt sein, damit der Anker etwas zwischen die Zähne hineingehen kann, ohne sie zu berühren. Man thut wohl, die Zähne am Ende ihre volle Dicke behalten zu lassen; auf diese Weise wird der Zahn breit genug, um einen kleinen Einschnitt oder ein kleines Loch darin anzubringen, worin sich Oel halten und lange flüssig bleiben kann.

Der Anker und die Gabel, welche von Zapfen getragen werden, müssen in vollkommenem Gleichgewichte sein.

Das Rad kann aus Messing gemacht werden, oder noch besser aus einer wohlgehämmerten Legirung von ungefähr $\frac{2}{3}$ reinem Silber und $\frac{1}{3}$ achtzehnkaräthigem Gold, und die Hebeflächen des Ankers von Rubin. Wenn die Gabel aus Messing oder vorzüglich aus der erwähnten Metallmischung verfertigt und der Zahn r, Fig. 141, aus Rubin gemacht wird, erreicht man den großen Vortheil, das Oel beim Zahne entbehren zu können. —

Dr. Mohr's in Coblenz freie Hemmung in Pendeluhren, patentirt für das Königreich Preußen im Jahre 1844 auf 6 Jahre.

Diese Hemmung ist in Fig. 144 und 145 in zwei verschiedenen Momenten abgebildet, aus denen man die

ganze Bewegung während des Durchganges eines Stiftes erläutern kann.

Das Steigrad a ist ein Stiftenrad von derselben Form und Anzahl der Stifte, wie bei andern Uhren.

Der Haken b oder Anker hat zwei Paletten, so geformt, daß sie in einer Linie liegen und dadurch, wie aus Fig. 144 zu ersehen, einen geschlossenen Kreisausschnitt darstellen. In dieser Form würden allerdings die Stifte des Steigrades gar nicht passiren können, wenn ihnen nicht eine Palette Luft machte und dem Stifte einen Weg öffnete, den er passiren könnte.

Der Haken bewegt sich um die Achse in c und ist aufwärts über das Gehäuse der Uhr d verlängert, wenn das Pendel in freier Luft schwingen soll. An seinem Ende trägt er ein kleines Blättchen e, gegen welches das Pendel mit einem Röllchen anschlägt. In der Mitte der senkrechten Verlängerung des Hakens ist eine horizontale Stange f angebracht, welche ein verschiebbares Gewichtchen trägt. Dieses Gewicht bewirkt, daß der Haken beständig nach der Seite der Stange f umzufallen strebt, welcher Bewegung jedoch durch die stellbare Schraube g eine Grenze gesetzt ist.

Der Haken selbst hat eine feste Palette bei b und eine bewegliche h, welche durch die kleine Feder i, die unter einen seitlichen Stift greift, aufgehoben wird, sobald sie nicht heruntergedrückt gehalten wird.

Nach dieser Darstellung wird es leicht sein, den Vorgang bei dem Durchgange eines Stiftes in allen seinen Momenten zu verfolgen.

Fig. 144 stellt einen Haken im Zustande der Ruhe dar. Die senkrechte Stange des Hakens liegt an der Schraube g, und es kann also das Gewicht auf f nicht weiter sinken. Das Steigrad a drückt mit der ihm innewohnenden Kraft mittels eines Stiftes die bewegliche Palette h auf die feste b; das Pendel hängt senkrecht über der Uhr und berührt diese im Zustande der Ruhe nirgendwo.

15*

Wird nun dem Pendel der erste Anstoß gegeben (Fig. 145), so daß es mit seiner kleinen Friktionsrolle an die mit dem Haken festverbundene Stange anschlägt, so schiebt es diese Stange hinweg, und vermöge der Beweglichkeit um den festen Punkt c wird der Haken in der entgegengesetzten Richtung bewegt. Der Stift, der eben noch auf der beweglichen Palette h ruhte, wird auf die feste Palette b geschoben, und da dieser Kreis, auf dem der Stift gleitet, aus dem Drehpunkte c gezogen ist, so bleiben die Zeiger vollkommen ruhig. Sobald der Stift die bewegliche Palette h verlassen hat, hebt sich diese, vermöge der kleinen Feder i, in die Höhe. Daß sie sich nicht zu hoch hebe, wird ebenfalls durch einen Stift oder sonstwie begrenzt.

Wenn nun das Pendel zurückfällt, so folgt ihm der ganze Hakenapparat, vermöge der seitlichen Belastung auf f, ebenfalls nach; dadurch gelangt der Stift auf die schiefe Ebene der festen Palette und ertheilt dieser, indem er sie seitwärts drückt, einen Schlag, der sich durch die senkrechte Stange an das Pendel fortpflanzt und diesem den nöthigen Ersatz an Kraft ertheilt. Sobald der Stift die schiefe Ebene verlassen hat, drückt das Steigrad, vermittelst des nächsten Stiftes, die bereits wieder in den Stiftenkranz hineingefahrene bewegliche Palette herunter auf die feste, und es wird dadurch das Werk in Ruhe gehalten. Der Hakenapparat würde aber unter dem Stifte noch weiter gleiten, wenn er nicht durch die stellbare Schraube g arretirt würde; diese setzt seiner Bewegung eine Grenze, nnd das Pendel schwingt allein fort, bis es nach einem vollkommenen Hin- und Hergange wieder bei e anschlägt, dort auslöst und von neuem einen Schlag empfängt. Die jedesmal ertheilte Kraft muß hinreichend sein, um den Luftwiderstand, die Beugung der Aufhängungsfeder und die Reibung der nächstfolgenden Auslösung zu bestreiten.

Bei der Ingangsetzung ist noch zu bemerken, daß der Stift im Zustande der Ruhe auf der äußersten Spitze der beweglichen Palette h ruhte, welche ganz

leicht durch die Schraube g regulirt wird, weil sonst ein größerer Theil der Kraft durch gleitende Reibung verzehrt würde, ehe die Auslösung und dadurch der sichere Fortgang der Uhr garantirt wäre.

Die Vorzüge dieser Hemmung, die sich bei der praktischen Ausführung bestätigt haben, sind folgende:

1) Die Konstruktion ist höchst einfach und leicht auszuführen.

2) Der richtige Gang der Uhr ist ganz unabhängig von der Güte des Werkes, von der Schönheit der Triebe, der Richtigkeit der Theilung der Räder und ähnlichen Vorzügen guter und theuerer Uhren. Die Auslösung kann nur am Ende zweier Schwingungen geschehen, und zwar entweder zur richtigen Zeit, oder gar nicht. Denn wenn durch irgend ein hinzugetretenes Hinderniß der Bewegung des Pendels ein Widerstand erwüchse, so kann es denselben nicht auf Kosten der Zeitmessung durch das ihm inwohnende Bewegungsmoment überwinden, sondern, da die Auslösung jedesmal kurz vor der völligen Erschöpfung des Bewegungsmomentes geschieht, würde es vor der Auslösung umkehren und die Uhr zum Stillstehen kommen. Diesen Punkt, daß nämlich die Auslösung im Aufsteigen des Pendels und im letzten Augenblicke der Bewegung geschehe, und nicht, wie bei allen ruhenden Hemmungen, in der Mitte der Schwingungen, wo die Bewegung am größten ist, hält Dr. Mohr für sehr wichtig. Außerdem ist die Umkehr des Pendels der günstigste Augenblick, ihm den neuen Anstoß zu geben, daß es nicht durch eigne Bewegung sich dem Bewegungsmechanismus entzieht, sondern den ganzen Druck aushalten muß.

Sobald die Uhr geht, so geht sie sicher richtig, und es ist besser, daß sie stille stehe, als daß sie unbewußt einen fehlerhaften Gang angenommen habe. Die vollkommene Unabhängigkeit von der Güte der Arbeit spricht zu Gunsten der Konstruktion; die schlechteste Schwarzwälder Uhr, mit dieser Hemmung versehen,

geht so gut, wie der vollkommenste Regulator. Die Erfahrung hat darüber entschieden.

3) Die Uhr hat einen vollkommen gleichen Abfall; bei allen zweihakigen Uhren wird die Gleichheit des Abfalls durch das Gehör regulirt; dieses findet hier nicht statt, da je zwei Pendelschwingungen zusammengenommen zwei andern gleich sein müssen. Damit ist denn auch verbunden, daß die Uhr bei schiefer Stellung gleich abfällt wie Dr. Mohr dieß bei Steigungen bis zu 10° bewährt gefunden hat. Jede Schwierigkeit der geraden Aufstellung fällt also von vorn herein weg.

4) Man kann beliebig große Schwingungen ausführen lassen, indem man das in einer Nuth verschiebbare Pendel vom Bewegungsmechanismus entfernt, oder es demselben nähert. Bei größern Schwingungen würde zuletzt ein Punkt eintreten, wo die bewegende Kraft des Gewichtes dem Mehraufwand an Kraft für Luftwiderstand und Federbewegung nicht mehr gewachsen wäre. Man müßte alsdann das Gewicht vermehren, oder die Exkursion beschränken. Dr. Mohr kann bei seiner Uhr jeden Augenblick durch einen Fingerdruck den Schwingungsbogen von $\frac{1}{2}$ — 6 Zoll Länge verändern, ohne daß im Gange eine andere Veränderung eintrete, als die mit der größeren Elevation nothwendig verbundene Retardirung. Gewöhnlich läßt er 3 Zoll weit schwingen.

An der freien Schwingung des Stiftes über die Ruhe der festen Palette sieht man genau, ob die Uhr einen Ueberschuß an Kraft hat, oder nicht, oder ob Gefahr ist, daß sie bei der kleinsten Reibungszunahme zum Stillstehen komme.

5) Die Vorzüge großer Schwingungen sind beibehalten, ihre Nachtheile, mit Ausnahme des wechselnden Luftwiderstandes, eliminirt.

Die Ungleichheit der Zeitmessung bei großen Schwingungen und bei möglichen Veränderungen der Elevation ist ganz vermieden, da eine ungleiche Elevation nicht eintreten kann. Die Bewegung des Stiftes auf der festen Palette hat kaum $\frac{1}{2}$ Linie Toleranz. Wenn demnach das

Pendel eine halbe Linie kürzer schwingt, so löst es gar nicht mehr aus, und die Uhr steht still. Bei starkem Gewichte kann es aber auch nicht viel weiter schwingen, weil alsdann die Reibung der Palette am Stifte die Bewegung beschränkt. Demnach haben alle Schwingungsbögen gleiche Größe, und es würde bei vollkommener Wärmekompensation ein absolut richtiger Gang der Uhr eintreten können. Auf diese Weise ist die große Schwierigkeit, mit welcher Prof. Stampfer so ruhmvoll gerungen, und die er dennoch nicht ganz besiegen konnte, vollkommen beseitigt. Hierdurch werden zugleich die sehr schweren Pendel mit den kleinen Schwingungen durch leichtere Pendel in größeren, aber gleichbleibenden Schwingungsbögen ersetzt. Bei dieser Gelegenheit ist es passend, daß die Vorzüge der Aufhängung des Pendels über der Uhr hervorgehoben werden.

Da nämlich jede Uhr mit einem gewissen Uebergewichte gehen muß und demnach die Bewegung des Stiftes auf der Ruhe ein gewisses Spiel hat, innerhalb dessen die Uhr gehen kann, so findet dieses Spiel oder die Toleranz des Ausschlages bei der Uhr des Dr. Mohr ebenfalls statt. Wenn nämlich der Stift des Steigrades ½ Linie auf dem Haken gleitet, so wird, im Falle der Haken und seine senkrechte Stange gleich lang sind, die Bewegung des Pendels um ½ Linie weiter oder enger sein können, ohne daß die Uhr aufhört, zu gehen; wenn hingegen der Haken oder das Pendel mit einer Gabel eingreift, wie bei gewöhnlichen Uhren, so ist die Verschiedenheit der Pendelschwingungen so viel mal größer, als die bei Dr. Mohr's Uhr, um wie viel mal die Länge des Hakens in der Länge des Pendels enthalten ist. Gesetzt nun, der Haken sei 1½ Zoll lang, das Pendel 38 Zoll, so ist die mögliche Differenz der Bewegung 25 mal so groß, als bei der Aufhängungsart des Dr. Mohr. Da nun die Toleranz auf beiden Seiten des Hakens stattfindet, so wird sie, zu ½ Linie angenommen, im ganzen Schwingungsbogen 1 Linie Differenz betragen, dagegen nach der alten Aufhängungsmethode

möglicherweise 2 Zoll 1 Linie, und daß solche Differenzen in der That sich ereignen, zeigt die Lemberger Uhr, an welcher die Schwingungen vom 23. December bis zum folgenden 9. Januar von $8\frac{1}{4}^{0}$ bis auf 4^{0} herabgekommen waren. Selbst durch die Anwendung cykloidischer Schwingungsbacken konnte der Fehler nicht ganz gehoben werden. Eine solche Störung kann bei der vorliegenden Konstruktion gar nicht vorkommen, und es zeigt sich ebenso stark der Nutzen der freien Hemmung, als des Anstoßes des Pendels an seinem untersten Ende. Es steht übrigens kein mechanisches Hinderniß entgegen, die vorliegende freie Hemmung auch oben an dem Pendel anzubringen.

6) Diese Hemmung geht mit dem geringsten Gewichte und der kleinsten Reibung im Werke. Da während zwei Schwingungen des Pendels in der Uhr gar keine Bewegung stattfindet, so wird auch keine Kraft konsumirt. Die Auslösung geschieht nach je zwei Schwingungen in einer unendlich kurzen Zeit, während auch die Zeiger und Räder fortrücken; darauf aber findet bis zur nächsten Wiederkehr des Pendels keine Bewegung statt. Während mit dem gewöhnlichen Gange das 8pfündige Pendel kaum $\frac{3}{4}$zöllige Schwingungsbögen zurücklegte, konnte Dr. Mohr bei der neuen Einrichtung das 33pfündige Pendel in 3 Zoll große Schwingungen versetzen. Man ersieht daraus, daß bei weitem der größte Theil der erhaltenen Kraft auf die Ueberwindung der Reibung des Steigrades gegen den Anker verbraucht wird.

7) Endlich ist noch zu bemerken, daß man Regulatoren mit ganzen springenden Sekunden mit dem Halbsekundenpendel, welches bekanntlich etwas über 9 Zoll lang ist, erhält. Da je 2 Schläge des Pendels einmal auslösen, so erhält man nothwendig 2 Schwingungen des Halbsekundenpendels, eine Sekunde als Intervall, und zwar die einzelnen Sekunden einander vollkommen gleich, da ein ungleicher Abfall unmöglich ist.

Ein Regulator mit stehenden ganzen Sekunden, an dem man das Zuggewicht an derselben Stange, die das Pendel trägt, aufhängen kann, wird, mit einer Glasglocke bedeckt, kaum die Höhe von 1½ Fuß erreichen und alle Vorzüge eines großen Sekundenpendels haben.

Arnold's freie Hemmung*).

Fig. 146 und 147 zeigen den Grundriß und das Profil der Hemmung. A in Fig. 146 ist das Hemmungsrad, welches durch seine Bewegung von r nach s mit der gekrümmten, oder abgerundeten Seite seiner Zähne auf den Einschnitt u v des Kreises B wirken kann, der von der Achse der Unruhe getragen wird, wie man in Fig. 147 sieht, wo a a diese Achse zeigt. o o, Fig. 146, ist eine biegsame und überaus elastische Feder, die einen Sperrzahn c trägt, der dazu dient, die Bewegung des Hemmungsrades zu heben oder aufzuhalten, indem er sich auf eine passende Weise den Zähnen dieses Rades widersetzt. Das Rad ist nämlich so ausgedreht, daß sich der hervorstehende Theil der Zähne inwenig gegen den Sperrzahn o stützt, wie man in Fig. 147 sieht, wo der Radzahn r den Sperrzahn c berührt, dessen unterster Theil gegen den Boden des Rades hin einen passenden Spielraum hat.

Das Ende der Hemmungsfeder o o, welches von der Achse der Unruhe am entferntesten ist, ist durch eine Schraube und einen Fuß an den Kleinboden der Uhr befestigt und bleibt daher unbeweglich, während der Theil der Hemmungsfeder, welcher nahe an der Achse der Unruhe ist, sich durch Biegung der Achse des Hemmungsrades nähern kann. Durch diese Bewegung wird der Zahn des Hemmungsrades vom Sperrzahne c ausgelöst

*) Jürgensen, höhere Uhrmacherkunst, Kap. VIII.

und kann sich auf diese Weise frei in der Richtung von r nach s bewegen. Der Steg D, Fig. 146, hat, wie die Zeichnung andeutet, eine Stellschraube, gegen welche sich der Sperrzahn c stützt, und welche die Hemmungsfeder aufnimmt, wenn diese, nachdem sie sich gegen den Mittelpunkt des Hemmungsrades gebogen hat, um dieses auszulösen, vermittelst ihrer Schnellkraft wieder ihre vorige Lage einnimmt. Auf diese Weise kann sich die Lage des Sperrzahnes gar nicht mit Rücksicht auf das Hemmungsrad und die Achse der Unruhe verändern. An die Hemmungsfeder ist eine kleine, sehr schwache und vorzüglich elastische Feder (Auslösungsfeder) n n befestigt, die sich gegen das Ende dieser Feder stützt; der Zahn e, welcher von der Rolle C getragen wird, die an der Achse der Unruhe befestigt ist, wie man in Fig. 146 und 147 sieht, kann auf das Ende der kleinen Feder wirken. Wenn die Bewegung der Rolle C in der Richtung von u nach o, Fig. 146, geschieht, so wird der Zahn e die Feder n n nur biegen und vorbeigehen, ohne eine andere Wirkung hervorzubringen; wenn die Bewegung der Rolle C dagegen in der Richtung von o nach u geschieht, so wird der Zahn, indem er auf n n wirkt, die Hemmungsfeder o o gegen den Mittelpunkt des Hemmungsrades biegen.

Nach der Beschreibung der verschiedenen Theile dieser Hemmung ist es nun leicht, das Spiel derselben zu fassen.

Das Hemmungsrad A sucht sich, vermittelst der Wirkung des Räderwerkes, in der Richtung von r nach s zu bewegen; der Zahn c der Hemmungsfeder o o aber, gegen welchen sich der Radzahn r stützt, verhindert diesen, weiter zu gehen. Während die Unruhe in der Richtung von u nach o schwingt, hat die Rolle C, welche an der Achse der Unruhe befestigt ist, dieselbe Bewegung, wie diese, und indem der Zahn e die kleinere Feder n n biegt, geht er ohne weitere Wirkung vorbei; durch die Einwirkung der Spiralfeder schwingt nun die Unruhe in einer der ersten Schwingung entgegengesetzten Richtung von o

nach u; nun wird aber der Zahn e, indem er auf die kleinere Feder nn wirkt, welche sich an die Hemmungsfeder lehnt, diese hinlänglich biegen, so daß der Zahn c, indem er sich auf diese Weise dem Mittelpunkte des Hemmungsrades nähert und den Radzahn auslöst, der sich an ihn lehnte, das Hemmungsrad frei vorbeigehen lassen kann, damit dieses mit dem Radzahn s auf den Einschnitt uv des Kreises B wirken und also der Unruhe den nothwendigen Stoß geben kann, um ihre Bewegung oder ihre Schwingungen zu unterhalten. Hieraus ergiebt sich, daß die Unruhe bei dieser Hemmung nur bei jeder zweiten Schwingung einen Stoß vom Hemmungsrade erhält.

Die Regeln, welche Urban Jürgensen für die Konstruktion dieser Hemmung aufstellt, sind folgende:

1) Der Durchmesser des Kreises B muß doppelt so groß sein, als die Entfernung zwischen zwei Zahnspitzen des Hemmungsrades, oder der Radius des Kreises B muß der Entfernung zwischen zwei Radzähnen gleich sein, von der Spitze des einen bis zur Spitze des andern gerechnet.

2) Der Sperrzahn c, welcher die Bewegung des Hemmungsrades aufhebt, muß die Neigung haben, welche die Zeichnung angiebt, damit die Neigung dieses Zahnes eine ganz kleine Zurückweichung des Hemmungsrades bewirken kann, während sich die Hemmungsfeder durch die Wirkung des Zahnes e biegt, um das Rad auszulösen. Auf diese Weise wird die Hemmungsfeder das Hemmungsrad mit größtmöglicher Sicherheit aufhalten, indem sich der Sperrzahn ein wenig in die Zähne desselben festhaken wird. Ohne diese Vorsicht könnte es zuweilen eintreffen, daß der Radzahn, welcher hätte gehemmt werden sollen, vermittelst einer zitternden Bewegung der Hemmungsfeder dem Sperrzahne vorbeigleiten könnte, und in diesem Falle würde der Radzahn unweit des Kreises B gegen den Umkreis desselben fallen, welches große Unregelmäßigkeit in dem Gange der Uhr hervorbringen würde, wie man leicht einsieht.

3) Die kleine Feder nn kann auf solche Weise gestellt werden, daß sie gegen den Mittelpunkt des Kreises B oder der Rolle C gerichtet ist. Damit das Spiel der Hemmung desto sicherer sein kann, ist es übrigens vorzuziehen, den Zahn e lieber ein wenig vor der Mittelpunktslinie wirken zu lassen, als hinter derselben, wenn dieß geschieht, um das Hemmungsrad auszulösen, und daher kann sich das Ende der kleinen Feder nn, gegen welches der Zahn e wirkt, ein wenig, doch beinahe unmerklich, von der Mittelpunktslinie nach der Seite entfernen, wo es noth thut.

4) Der Einschnitt des Kreises B, d. h. die Ebene, welche die Stöße vom Hemmungsrade empfängt, muß gegen den Mittelpunkt des Kreises B hingerichtet sein, oder muß in gleicher Richtung mit dem Radius des Kreises B liegen.

5) Der Hemmungskreis muß in Beziehung auf das Rad so angebracht sein, daß ein hinreichender Spielraum zwischen der Peripherie des Kreises und den Spitzen der zwei Zähne ist, welche den Kreis umfassen. Der Spielraum muß bei beiden Zähnen gleich sein, welches man durch eine passende Stellung des Sperrzahnes der Hemmungsfeder erreicht.

6) Die Krümmung der Radzähne muß so sein, daß diese so gleichmäßig als möglich führen, und daß das Rad unter der ganzen Führung so viel als möglich senkrecht auf den Einschnitt im Kreise B wirkt.

7) Die Lage des Einschnittes uv mit Rücksicht auf den kleinen Auslösungszahn e muß so beschaffen sein, daß das Hemmungsrad, nachdem es vom Sperrzahne c ausgelöst ist, mit seinem Zahne so gegen den Einschnitt falle, als es die Sicherheit erfordert. Dieser Fall muß in einem Chronometer, der getragen wird, etwas größer sein, als in Seeuhren, die in Kompaßsuspensationen hängen, den sogenannten Boxchronometern, weil diese weniger kreisförmigen Bewegungen in der Ebene der Unruhe ausgesetzt sind, als die Taschenchronometer.

8) Der kleine Zahn e muß die Hemmungsfeder hinreichend auslösen, d. h. eine gehörig starke Hebung bewirken, damit diese Feder nicht eher gegen die Schraube im Stege D zurückfalle, als in dem Augenblicke, wo sich der ausgelöste Radzahn ungefähr $\frac{1}{4}$ des Abstands zwischen zwei Radzähnen von dem Sperrzahne c entfernt hat.

9) Die Hemmungsfeder muß sehr leicht sein und nicht mehr Kraft der Spannung haben, als erforderlich ist, um nach der Wirkung des Auslösungszahnes e mit der nöthigen Geschwindigkeit gegen die Stellschraube D zurückzufallen; denn sonst würde die Unruhe einen zu großen Widerstand erleiden bei der Auslösung der Hemmungsfeder, welches die Bewegung des Regulators mehr oder weniger stören würde. Die kleine Feder n n muß aus demselben Grunde sehr schwach sein. Die biegsame Stelle der Hemmungsfeder muß an dem von der Achse der Unruhe entferntesten Theile sein; dasselbe gilt von der kleinen Feder n n.

10) Die Stell- oder Anschlagschraube in D muß soweit als möglich in den Mittelpunkt des Stoßes der Hemmungsfeder gestellt sein, d. h. so, daß der Stoß der Hemmungsfeder gegen diese Schraube leichter gehoben werden wird, und daß man einem beständig schädlichen Zittern der Hemmungsfeder vorbeugt.

Die Kraft der Hemmungsfeder und der kleinen Feder n n, sowie der Platz für die Anschlagschraube in D können nicht durch Regeln bestimmt werden. Der mehr oder weniger glückliche Ausfall hängt in dieser Rücksicht von der praktischen Fertigkeit und der feinen Genauigkeit des Künstlers ab.

Um diese Hemmung möglichst vollkommen und dauerhaft zu machen, muß man das Rad aus Messing und den Sperrzahn c aus hartem Stein, entweder aus Rubin, oder aus orientalischem Saphir, verfertigen; der kleine Zahn e muß auch von Stein sein und die kleine Feder n n aus Gold oder Messing bestehen. Der Einschnitt im Kreise B kann passend mit einer Palette von

Stein versehen werden. Es ist sehr nothwendig, daß die scharfen Kanten dieser Steine wohl abgerundet seien, besonders da, wo Reibungswiderstand stattfindet. Man sieht ein, wie vortheilhaft es ist, um jede Abnutzung zu verhüten, die Paletten von harten Steinen zu machen, oder, wenn sie von Stahl sind, so gut als möglich zu härten, und die Stellen, wo die Reibung stattfindet, im höchsten Grade zu poliren.

Earnshaw's freie Hemmung*).

Fig. 148 und 149 zeigt den Grundriß und das Profil der Hemmung. A, Fig. 148, ist das Hemmungsrad, welches durch seine Bewegung in der Richtung von s nach r mit der geradlinigen, schrägen Seite seiner Zähne auf den Einschnitt uv des Hemmungskreises B wirken kann, der von der Achse der Unruhe getragen wird, wie man in Fig. 148 sieht, wo aa diese Achse zeigt. oo, Fig. 149, ist eine sehr biegsame und elastische Feder, die einen Sperrzahn c hat, der dazu dient, das Hemmungsrad zu hemmen oder aufzuhalten, indem er auf passende Weise den Zähnen dieses Rades widersteht, wie man in Fig. 148 und 149 sieht, wo sich der Radzahn r an den Zahn c der Hemmungsfeder lehnt. Das Ende der Hemmungsfeder oo, von der Achse der Unruhe am entferntesten, ist mittels zweier Schrauben an einen kleinen Steg befestigt, der auf dem Kleinboden der Uhr angebracht ist, und wird auf diese Weise unbeweglich, während sich der Zahn c auf dem Theile der Hemmungsfeder, welche der Achse der Unruhe nahe ist, durch das Biegen der Feder von dem Mittelpunkte des Hemmungsrades entfernen kann. Der Steg D, Fig. 148, hat eine Anschlagschraube, und gegen den Kopf derselben

*) **Moinet, Traité d'horlogerie etc. Part. II, chap. V, pag. 385.**

lehnt sich die Hemmungsfeder unweit des Sperrzahnes c, wie die Zeichnung zeigt; derselbe Kopf der Schraube nimmt die Hemmungsfeder auf, wenn diese, nachdem sie gebogen ist, um das Hemmungsrad auszulösen, vermöge ihrer Elasticität ihre vorige Lage wieder einnimmt. Auf diese Weise kann sich die Lage des Sperrzahnes keineswegs mit Rücksicht auf das Hemmungsrad und die Achse der Unruhe verändern. Auf der Hemmungsfeder o o ist eine kleine und sehr elastische Feder n n (die Auslösungsfeder) befestigt, welche gegen das Ende der Hemmungsfeder anliegt; der Zahn e, welcher von der Rolle C getragen wird, die an der Achse der Unruhe befestigt ist, wie man in Fig. 148 und 149 sieht, wirkt auf das Ende dieser Feder. Wenn die Bewegung der Rolle C in der Richtung von o nach v, Fig. 148, geschieht, wird der Zahn e nur die kleine Feder n n biegen und ohne weitere Wirkung vorbeigehen; wenn dagegen aber die Bewegung der Rolle C in der Richtung von v nach o geschieht, wird der Zahn, indem er auf n n wirkt, die Hemmungsfeder o o biegen, während er dieselbe von dem Mittelpunkte des Hemmungsrades entfernt.

Es ist nun leicht, das Spiel dieser Hemmung zu fassen. Das Hemmungsrad A sucht sich durch die Wirkung des Räderwerkes in der Richtung von s nach r zu bewegen; der Zahn c der Hemmungsfeder o o verhindert aber das Rad, weiter zu gehen, indem sich der Radzahn r gegen denselben lehnt. Während die Unruhe in der Richtung von o nach v schwingt, wird die Rolle C, welche an der Achse der Unruhe befestigt ist, dieselbe Bewegung, wie diese, haben, und der Zahn e wird, indem sich die Auslösungsfeder n n biegt, ohne irgend eine andere Wirkung vorbeigehen. Die Unruhe schwingt vermittelst der Spiralfeder, in einer der ersten Schwingung entgegengesetzten Richtung, von v nach o, jetzt aber wird der Zahn e durch seine Wirkung auf die Auslösungsfeder n n, welche sich an die Hemmungsfeder o o lehnt, diese hinlänglich biegen, damit der Sperrzahn c, indem er sich vom Hemmungsrade entfernt und den Radzahn auslöst,

der sich gegen diesen stützt, das Hemmungsrad frei vorbeigehen lassen kann, so daß dieses mit dem Zahne s auf den Einschnitt uv des Hemmungskreises wirken und auf diese Weise der Unruhe den nöthigen Stoß geben kann, um die Bewegung oder Schwingung derselben zu unterhalten. Man sieht, daß die Unruhe vermittelst dieser Hemmung ebenso, wie vermittelst Arnold's, nur bei jeder zweiten Schwingung, einen Stoß vom Hemmungsrade bekommt.

Die Regeln für die Konstruktion dieser Hemmung sind, nach Urban Jürgensen, folgende:

1) Der Durchmesser des Kreises B muß doppelt so groß sein, als die Entfernung zwischen zwei Zahnspitzen des Hemmungsrades, oder der Radius des Kreises B muß der Entfernung zweier Zähne gleich sein, von den Spitzen derselben gerechnet.

2) Der Sperrzahn c, welcher die Bewegung des Hemmungsrades aufhebt, muß die Neigung haben, welche die Zeichnung, Fig. 148, anzeigt, so daß diese Neigung des Sperrzahnes eine ganz kleine Zurückweichung des Hemmungsrades bewirken kann, während sich die Hemmungsfeder durch die Wirkung des Zahnes e biegt, um das Rad auszulösen. Auf diese Weise wird die Hemmungsfeder das Hemmungsrad mit der größten Sicherheit anhalten, da sich die Zähne desselben ein wenig in den Sperrzahn hineinhaken werden. Ohne diese Vorsichtsregel zu beobachten, könnte es zuweilen eintreffen, daß der Radzahn, welcher hätte gehemmt werden sollen, in Folge einer zitternden Bewegung der Hemmungsfeder dem Sperrzahne entgehen könnte, und in diesem Falle würde der Radzahn, welcher dem Kreise B am nächsten ist, gegen den Umkreis desselben fallen, welches, wie man leicht einsieht, eine Unregelmäßigkeit im Gange der Uhr verursachen müßte.

3) Die Auslösungsfeder nn kann auf solche Weise gestellt werden, daß sie gerade gegen den Mittelpunkt des Kreises B oder der Rolle C gerichtet ist. Der Sicherheit wegen ist es übrigens besser, daß der Zahn e

ein wenig vor der Mittelpunktslinie wirkt, als hinter derselben, wenn das Hemmungsrad ausgelöst werden soll; und daher kann sich das Ende der Auslösungsfeder nn, gegen welches der Zahn e wirkt, ein wenig, doch beinahe unmerklich, von der Mittelpunktslinie nach der Seite entfernen, wo es Noth thut.

4) Der Einschnitt im Kreise B, d. h. die Ebene, welche die Stöße vom Hemmungsrade empfängt, muß senkrecht gegen die Mitte des Radius des Kreises gerichtet sein, oder die Neigung haben, welche die Zeichnung zeigt.

5) Der Kreis B muß in Beziehung auf das Rad so gestellt werden, daß zwischen der Peripherie dieses Kreises und den Spitzen der beiden Zähne, die den Kreis umfassen, ein hinreichender Spielraum sein kann. Der Spielraum muß an beiden Zähnen gleich sein, welches durch eine passende Stellung des Sperrzahnes der Hemmungsfeder erreicht wird.

6) Die Radzähne müssen so beschaffen sein, daß die Führung möglichst gleichmäßig geschieht; man muß ihnen zu diesem Zwecke die Neigung geben, welche die Zeichnung andeutet.

7) Die Lage des Einschnittes uv in Beziehung auf den Zahn e muß so sein, daß das Hemmungsrad, nachdem es vom Sperrzahne c ausgelöst ist, mit seinen Zähnen, mit einem zur Sicherheit hinreichenden Falle, gegen den Einschnitt fallen kann. Dieser Fall muß bei den Chronometern, die getragen werden, ein wenig größer sein, als bei Seeuhren, die in Kompaßsuspension hängen, weil diese nicht so leicht, als die Taschenchronometer, kreisförmigen Bewegungen in der Ebene der Unruhe ausgesetzt sind.

8) Der kleine Zahn e muß die Hemmungsfeder hinlänglich auslösen, d. h. eine hinreichend starke Hebung hervorbringen, damit die Hemmungsfeder nicht eher gegen die Anschlagschraube zurückfalle, als in dem Augenblicke, wo sich der ausgelöste Radzahn, ungefähr

ein Viertel der Entfernung zweier Zahnspitzen von einander, vom Sperrzahne c entfernt hat.

9) Die Hemmungsfeder muß sehr leicht sein und darf nicht mehr Kraft oder Elasticität haben, als erforderlich ist, um nach der Wirkung des Zahnes e mit der nothwendigen Geschwindigkeit gegen die Anschlagschraube D zu fallen; denn sonst würde die Unruhe zu großen Widerstand bei der Auslösung der Hemmungsfeder erleiden, welches die Bewegung des Regulators mehr oder weniger stören würde. Die Auslösungsfeder nn muß ferner aus demselben Grunde sehr schwach sein. Die biegsame Stelle der Hemmungsfeder muß möglichst weit von der Achse der Unruhe entfernt sein; dasselbe gilt von der Auslösungsfeder nn.

10) Die Anschlagschraube D muß so viel als möglich in den Mittelpunkt des Stoßes der Hemmungsfeder gestellt werden; denn auf diese Weise wird der Schlag derselben gegen die Schraube am besten vernichtet, und man verhütet bei der Hemmungsfeder ein Zittern, das immer schädlich ist.

Um diese Hemmung möglichst vollkommen und dauerhaft zu machen, wird das Rad aus Messing verfertigt, oder noch besser, aus einer wohl gehämmerten Mischung von ungefähr $\frac{2}{3}$ reinem Silber und $\frac{1}{3}$ achtzehnkarätigem Golde. Es ist ebenfalls gut, daß die Hebung, Auslösung und Ruhe von harten Steinen sind, entweder aus Rubin oder orientalischem Saphir. Wenn man die Auslösungsfeder von Gold oder Messing macht, so verhütet man den Rost, welcher am Ende dieser Feder entsteht, wenn sie von Stahl ist. Diese Hemmung bedarf keines Oeles.

Wir sehen also aus der Beschreibung dieser beiden freien Hemmungen, daß der Druck des Hemmungsrades in Arnold's nach der Längenrichtung der Hemmungsfeder geschieht, während der Druck des Hemmungsrades in Earnshaw's Hemmung dagegen gegen die Längenrichtung dieser Feder geschieht. Mehrere Künstler haben daher gefürchtet, daß die sehr schwache Hem-

mungsfeder in Earnshaw's Hemmung keine so sichere Haltung haben möchte, als in Arnold's. Die Erfahrung hat indessen bewiesen, daß Earnshaw's Hemmung, wenn sie gut verfertigt ist, alle mögliche Sicherheit darbietet, und diese gebraucht man am meisten in den Chronometern; sie hat vielleicht Vorzüge vor Arnold's, insofern sie geringern Reibungswiderstand hat, sich nicht so leicht anhalten läßt und etwas leichter zu verfertigen ist.

Die freie Doppelradfederhemmung*).

Eine Erfindung des Herrn U. Jürgensen.

Für Diejenigen, welche schon Earnshaw's Hemmung kennen, ist es hinreichend, anzuführen, daß, statt Eines Hemmungsrades, hier zwei auf derselben Achse gebraucht werden. Das eine dieser Räder wirkt durch Stöße oder Impulse auf den Hemmungskreis, dessen Durchmesser zum Durchmesser des Rades in einem noch größern Verhältnisse steht, als in Earnshaw's Hemmung. Das zweite Rad, dessen Durchmesser beinahe doppelt so groß ist, als der Durchmesser der Stoßrades, bringt die Ruhe hervor, während der Regulator seine Schwingung frei vollendet, und lehnt sich mit der Spitze seiner Zähne an die Hemmungsfeder. Da dieses zweite Rad einen weit größern Durchmesser, als das Stoßrad hat, so ist es klar, daß der Druck des Räderwerkes gegen die Hemmungsfeder auch viel geringer sein wird, als in Earnshaw's Hemmung, wo ein und dasselbe Rad zum Stoße und zur Ruhe gebraucht wird. Durch diese Verminderung des Druckes wird die Reibung der Zähne gegen die Hemmungsfeder geringer werden, und der Regu-

*) Urban Jürgensen's höhere Uhrmacherkunst, S. 249.

lator wird also geringeren Widerstand erleiden, während die Hemmungsfeder vom Ruherade ausgelöst wird.

Es folgt hier nun die Erklärung der verschiedenen Theile der freien Doppelrad-Federhemmung.

Fig. 150 zeigt den Grundriß und Fig. 151 das Profil dieser Hemmung.

Das Rad A, Fig. 150, ist das Stoßrad, welches mit seinen Zahnspitzen auf den Einschnitt d des Hemmungskreises C wirkt.

Der Hemmungskreis C, Fig. 150 und 151, ist koncentrisch mit der Achse der Unruhe, und zwischen den Zahnspitzen des Stoßrades und dem Hemmungskreise ist ein feiner Spielraum vorhanden.

Das Rad B dient zur Ruhe, während die Unruhe ihre Schwingungen vollendet; es ist an derselben Achse, wie das Stoßrad, befestigt und folgt dessen Bewegung.

Die Hemmungsfeder eer, Fig. 150, welche, vermittels ihrer Schnellkraft, gegen den Kopf der Anschlagschraube m gespannt ist, hat bei n einen Sperrzahn oder eine Palette, woran sich die Zähne des Rades B unter den Schwingungen lehnen. Diese Palette ist lang oder hoch genug, damit der oberste Theil in derselben Ebene, wie das Rad B, liegen könne, während sich die Feder eer in einer Ebene unter diesem Rade befindet, wie man in Fig. 151 sieht.

Die Hemmungsfeder eer hat an ihrem Ende eine andere Feder qo; diese kleine Feder, Auslösungsfeder genannt, ist außerordentlich biegsam, geht außerhalb des Endes der Hemmungsfeder und lehnt sich, vermittelst ihrer Schnellkraft, an das Ende der Hemmungsfeder. Diese Feder qo liegt mit dem kleinen Kreise oder der Rolle V, Fig. 150, in einerlei Ebene. Die Rolle hat einen Einschnitt, nahe bei s, in welchem sich eine Rubinpalette befindet, von der in der Figur gezeichneten Gestalt. Das Ende dieser Palette oder dieses Zahnes steht hervor und wirkt unter den Schwingungen der Unruhe auf die kleine Feder qo, nahe bei o.

Was das Spiel dieser Hemmung anlangt, so werden die beiden Hemmungsräder durch den Druck des Räderwerkes gegen das Getriebe, welches sie trägt, von der rechten zur linken in Bewegung gesetzt, d. h. in der Richtung von B nach C, Fig. 150; der Sperrzahn oder die Palette n aber wird die Räder hindern, herumzugehen; denn die Zahnspitze des großen Rades B wird sich an diese Palette n lehnen, und die Bewegung der Räder wird auf diese Weise gehemmt werden, bis sich diese Palette weit genug vom Radzahne entfernt hat. Wenn die Unruhe in der Richtung von d nach C oder von der rechten zur linken in Bewegung gesetzt wird, so wird der Rolle V dieselbe Bewegung gegeben werden, und der Zahn s wird auf diese Weise das Ende der kleinen Feder qo berühren, ohne doch eine andere Wirkung hervorzubringen, als das Ende o dieser kleinen Feder beim Vorübergehen zu entfernen. Wenn diese Schwingung der Unruhe vollendet ist, wird diese durch die Spiralfeder eine Schwingung in einer der ersten entgegengesetzten Richtung machen, d. h. in der Richtung von C nach d, oder von der linken zur rechten. Der Zahn s wird nun wieder auf das Ende o der kleinen Feder qo wirken; dießmal wird sich diese Feder aber, welche sich an die Hemmungsfeder eer, unweit r, lehnt, nicht biegen können, sondern wird im Gegentheile die Hemmungsfeder eer biegen, und zwar soviel, daß sich der Zahn n vom Rade B entfernen und dieses Rad sich nun mit dem Stoßrade A in Bewegung setzen kann. In diesem Augenblicke fällt nun einer der Zähne dieses letzten Rades gegen den Hemmungskreis und giebt den nothwendigen Stoß, um die Bewegung der Unruhe zu unterhalten.

Während das Rad A auf den Hemmungskreis wirkt, und in dem Augenblicke, wo es ungefähr $\frac{1}{3}$ der Führung bewirkt hat, wird die Hemmungsfeder gegen den Kopf der Anschlagschraube zurückfallen und sich auf dem rechten Platze befinden, um aufs neue die Bewegung der Räder zu hemmen. Auf diese Weise werden die Rä-

der abwechselnd in Bewegung und in Ruhe gesetzt, und hierdurch wird die Hemmung ihr Spiel fortsetzen.

Der Hemmungskreis, dessen Durchmesser in Beziehung auf den des Stoßrades die Hebung bestimmt, kann noch größer sein, als bei Earnshaw's Hemmung. Man macht z. B. wie es Herr Urban Jürgensen gethan hat, den Kreis so groß, daß seine Peripherie gleich ist der Entfernung zwischen zwei Zahnspitzen des Stoßrades, multiplicirt mit 10, so bewirkt auf diese Weise das Rad eine Hebung von $\frac{360^0}{10} = 36^0$; von diesen 36^0 sind ungefähr 6^0 für den Fall des Stoßrades und die übrigen 30^0 zur Hebung. Durch den sehr großen Durchmesser, welchen der Hemmungskreis erhält, wirkt das Stoßrad auf einen sehr langen Hebel und theilt dem Regulator die Kraft des Räderwerkes durch eine weit gelindere Führung mit, als wenn der Hemmungskreis kleiner gewesen wäre; denn der Stoß geschieht senkrechter auf die Mittelpunktslinie. Die Führung wird kürzer und ist folglich mit geringerer Reibung verbunden; je kleiner dagegen der Kreis ist, desto ungleichförmiger ist die Wirkung, desto härter wird die Führung werden, desto größerer Reibungswiderstand wird stattfinden, ohne zu erwähnen, daß sich die Hemmung so leicht anhalten läßt, welches zwar bei den größeren Seeuhren, die man auf die gewöhnliche Weise aufhängt, nicht viel zu bedeuten hat, in Taschenchronometern dagegen ein großer Uebelstand ist, wie man hinlänglich weiß. Man hat daher eine wesentliche Verminderung der Reibung durch den Kreis hervorgebracht; eine andere Verminderung der Reibung in dieser Hemmung besteht darin, daß das Rad, welches die Ruhe bewirkt, einen beinahe doppelt so großen Durchmesser hat, als das Stoßrad. Durch dieses Mittel wird der Druck des Räderwerkes oder des Radzahnes, der sich gegen den Zahn der Hemmungsfeder stützt, beinahe halb so schwach, als wenn sich das Stoßrad selbst, wie in Earnshaw's Hemmung, gegen die Hemmungsfeder stützte; und durch

diese Einrichtung wird die Unruhe einen weit geringeren Widerstand bei der Auslösung der Hemmungsfeder vom Ruherade erleiden. Da dieser Widerstand weit geringer ist, so wird er auch sehr lange weit gleichförmiger bleiben, als bei Earnshaw's Hemmung; denn selbst eine geringere Reibung wird dadurch unveränderlicher; und dieses dürfte wohl bei einer so feinen Maschine, als bei einer Längenuhr, wo man keine zu große Sorgfalt anwenden kann, um selbst die kleinsten Ursachen zu Unregelmäßigkeit zu entfernen, ein reeller Vortheil sein.

Das Rad, welches die Ruhe bewirkt, kann sehr leicht sein und bedarf keiner großen Dicke, wie man leicht einsieht. Daher wird die Trägheit der beiden Räder zusammen nicht größer sein, als die des einfachen Hemmungsrades in Earnshaw's Hemmung, das ziemlich massiv sein muß, da jeder Zahn, während das Rad Einmal umläuft, zwei Operationen zu machen hat, wodurch die Zahnspitzen schnell abgenutzt werden würden, wenn das Rad nicht eine hinreichende Dicke hätte. In der Doppelradfederhemmung, wo jeder Zahn nur Eine Verrichtung hat, ist es einleuchtend, daß die Zahnspitzen weniger leiden; folglich brauchen die Räder nicht so stark zu sein, sondern können leichter gemacht werden. Das Ruherad, gegen welches der Druck noch geringer ist, als der gegen die Zähne des Stoßrades, kann besonders sehr leicht sein, ohne sonstige Schwierigkeiten mit sich zu führen.

Bei der Stellung dieser Hemmung hat man den Vortheil, die Hemmungsfeder ohne große Schwierigkeit in ihre rechte Lage, mit Rücksicht auf das Ruherad, bringen zu können, da man, während der Ausführung die Lage der Räder unter einander nach Bedürfniß ein wenig verändern kann. Dieser Vortheil ersetzt die Mühe, welche die übrigens leichte Verfertigung eines Rades mehr verursachen kann.

Aus den angeführten Gründen scheint sich deshalb zu ergeben, daß die freie Doppelradfederhemmung vor Earnshaw's Hemmung wesentliche Vortheile zum Vor-

aus habe. Es ist nicht zu leugnen, daß viele Chronometer mit Earnshaw's oder Arnold's Hemmung vortrefflich gehen, woraus hervorgeht, daß auch diese Hemmungen gut sind. Dieses ist aber kein Grund, den Künstler von dem Streben nach noch größerer Vollkommenheit abzuhalten, denn je vollendeter alle einzelnen Theile einer Längenuhr an und für sich sind, desto vollendeter wird auch das Ganze sein, und desto mehr darf der Künstler hoffen, sich der Vollkommenheit zu nähern.

Ausgezeichnete Hemmungen der Londoner Industrie-Ausstellung.

Unter den Hemmungen (échappements) der Uhren ist besonders eine hervorzuheben, deren ganzes, aber bedeutendes Verdienst in ihrer Einfachheit und Dauerhaftigkeit besteht.

Der gewöhnliche Stiftengang ist der Ausgangspunkt, allein statt des Stiftenrades ist hier nur eine kleine Scheibe mit einem einzigen excentrischen Rubinstifte, und statt des Doppelhaken- oder Seitenankers eine staffelförmige geschlitzte Scheibe, in welcher der Stift läuft, und welche so geformt ist, daß der Impuls in der Mitte der Pendelschwingung und hauptsächlich nach geradliniger Richtung, statt nach einer schiefen, gegeben wird.

Die von dem Erfinder behaupteten Vortheile des geringen Erfordernisses an Oel und der Wohlfeilheit sind wohl nicht zu bestreiten, und es kann diese Art der Hemmung unsern Uhrmachern empfohlen werden.

Der berühmte Chronometermacher Dent ist auch durch seine erfolgreichen Bemühungen bekannt, den zweiten Hauptheil der Chronometrie, die Kompensation, zu verbessern. Das Hauptmittel ist schon ganz frühe die Wahl eines den Einflüssen der Temperaturveränderungen wenigst möglich unterliegenden Materials gewesen, und

in dieser Richtung sind die gläsernen Unruhefedern und Unruhen, welche Dent an seinen Seechronometern zur Anwendung brachte, hervorzuheben; die auf dem Observatorium zu Greenwich und am Bord des Wachtschiffes Fairy damit vorgenommene Prüfung haben sie als gut bezeichnet. Auch die im Jahre 1842 demselben Chronometermacher patentirte sekundäre Kompensation war zu sehen, wovon im folgenden Kapitel ausführlicher die Rede sein wird. Hierher gehörten nun auch die gläsernen Quecksilber-Kompensationsunruhen von Loseby. Sie sind aus gläsernen, sanft gekrümmten Schwungröhren gebildet, welche sich in kleinen gläsernen Kugeln endigen; diese bilden die Quecksilberbehälter. Bei Erhöhung der Temperatur, bei welcher Vergrößerung der Hebelsarme erfolgt, tritt nun Quecksilber aus den Kugeln in die Arme gegen den Mittelpunkt der Umdrehung, es findet daher eine Gewichtsverschiebung nach innen statt.

Eine ausgedehnte Anwendung des Glases im Uhrenbaue hatte Edwards aus Stourbridge gemacht; man sah von ihm ein Werk mit Radscheide von Glas mit broncenen Zahnreifen, gläsernem Zifferblatt und Pendellinse von Krystall.

Siebentes Kapitel.

Die sekundäre Kompensation.

Wenn Chronometer durch die verbesserte Arbeit der neuern Zeit zu großer Vollendung gebracht worden waren und den größten Extremen der Temperatur bei den jährlichen Prüfungen zu Greenwich unterworfen wurden, machte man immer die Entdeckung, daß noch ein Fehler übrig sei, der von den Veränderungen der Temperatur herrühre, aber durch keine Adjustirung der Kompensation berichtigt werden könne. Denn wenn die Kompensation für zwei extreme Temperaturen, z. B. für 32° und 100° adjustirt war, so ging der Chronometer bei mittleren Temperaturen zu schnell; und war derselbe für irgend zwei mittlere Temperaturen adjustirt, so ging er zu langsam bei allen, die jenseits dieser Grenze lagen. Dieser Fehler war beobachtet worden, und es wurden Versuche gemacht, ihn zu berichtigen, ehe noch irgend Jemand angegeben hatte, wie er entsteht. Dieses scheint zuerst geschehen zu sein von dem verstorbenen Hrn. Dent im Jahr 1833 in einer Abhandlung des Nautical Magazine, und er gab folgende Erklärung desselben: Die Veränderung der Kraft der Feder schreitet gleichförmig fort im Verhältniß zur Temperatur und kann deshalb dargestellt werden durch eine gerade Linie, die sich in irgend einem

Winkel gegen eine andere gerade Linie neigt, welche in die Grade der Temperatur eingetheilt ist. Aber das Trägheitsmoment einer Unruhe von gewöhnlicher Konstruktion kann nicht dahin gebracht werden, daß es sich gleichförmig nach der Temperatur verändert, sondern immer rascher in der Kälte, als in der Wärme; und folglich kann der Betrag der Veränderung nur ausgedrückt werden durch eine Kurve, und diese Kurve kann man nur mit der geraden Linie zusammenfallen lassen, welche den Betrag der Veränderung der Feder in zwei Punkten ausdrückt, entweder in zwei extremen oder in zwei mittleren Punkten, oder in einem extremen und in einem mittleren Punkte. Dieses läßt sich auch mathematisch in folgender Weise darthun: Es sei r der Abstand der Kompensationsgewichte b b in Fig. 152 (welches wir der Bequemlichkeit halber für die ganze Masse M der Unruhe annehmen wollen) vom Mittelpunkte bei irgend einer mittlern Temperatur; und es sei d r ihre Zunahme oder Abstand, herrührend von einer Abnahme einer gegebenen Zahl von Wärmegraden unter der Wirkung der Kompensationsstangen: so wird alsdann das neue Trägheitsmoment sein

$$M\,(r^2 + 2\,r\,d\,r + d\,r^2)$$

und das Verhältniß des neuen zu dem alten wird sein:

$$1 + \frac{2\,d\,r}{r} + \left(\frac{d\,r}{r}\right)^2;$$

und der Ausdruck $\left(\frac{d\,r}{r}\right)^2$ ist jetzt zu groß, um unberücksichtigt bleiben zu können, wie es bei den Pendeln geschehen kann, wo, wie wir gesehen haben, die Kompensation $\frac{d\,l}{l}$ nur ungefähr $\frac{1}{20}$ von $\frac{d\,r}{r}$ in einer Unr he zu sein braucht. Man hat gefunden, daß eine gleiche Zunahme der Temperatur eine gleiche (oder vielleicht eine geringere) Bewegung (— d r) der Gewichte gegen den Mittelpunkt hin hervorbringt, und deshalb wird der

Betrag des verminderten Trägheitsmomentes zu dem ursprünglichen ausgedrückt werden können durch:

$$1 - \frac{2\,dr}{r} + \left(\frac{dr}{r}\right)^2;$$

so daß die Zunahme und die Abnahme vom mittleren Betrage differiren um zwei Mal $\left(\frac{dr}{r}\right)^2$ oder mit andern Worten: Das Trägheitsmoment der Unruhe variirt weniger beim Uebergange von mittleren Temperaturen zu hohen, als von mittleren Temperaturen zu niedrigen oder kalten; und wenn eine Unruhe folglich für mittlere und kalte Temperaturen adjustirt ist, so wird es bei einer gleichen Zunahme von der mittlern Temperatur zu der heißen nicht genug abgenommen haben, oder der Chronometer wird langsamer gehen; und war die Unruhe für die zwei Temperaturextreme adjustirt, so wird er bei mittleren Temperaturen zu schnell gehen.

Die Berichtigung dieses Fehlers heißt nun die sekundäre Kompensation. Wir wollen jetzt eine kurze Beschreibung der Erfindungen für diesen Zweck geben, da mehrere derselben im Principe einander gleich sind.

Die erste Erfindung wurde gemacht von Hrn. Eiffe, welcher mehrere Methoden, um diesen Zweck zu erreichen, dem königlichen Astronomen im Jahre 1835 mittheilte. Sie sind nachher in einer Abhandlung beschrieben worden, welche Hr. Airy für die Admiralität herausgab, und die Mitglieder derselben, oder einige davon waren so glücklich, Hrn. Eiffe eine Belohnung von 300 Pfd. Sterl. auszuwirken, indem er der erste Erfinder sei und seine Erfindung ohne ein Patent enthüllt habe. In einer dieser Methoden wurde ein Kompensationszaum angewendet, und obschon dieser für primäre Kompensation nicht genügt, so kann er doch vielleicht für die sekundäre ausreichend sein, wo die nöthige Bewegung bei weitem kleiner ist. Bei einer andern Methode war die Einrichtung getroffen, daß die primäre Kompensationsstange, oder eine Schraube in derselben eine Feder er-

reichte, welche auf derselben mit einem kleinen Gewichte befestigt war und zwar bei irgend einer mittleren Temperatur, und daß, wenn sie weiter gebogen wurde, sie dieses sekundäre Kompensationsgewicht zugleich mit sich fortbewegt. Der sich von selbst darbietende Einwand ist derjenige, daß diese Einrichtung unzusammenhängend sei; aber immer ist die ganze Bewegung so klein, indem sie nicht mehr als die Stärke eines Papierstückes beträgt, daß diese und andere Kompensationen nach demselben Principe bei manchen Gelegenheiten eben so erfolgreich, als diejenigen des Hrn. Loseby gewesen sind. Herr Eiffe scheint seit dieser Zeit einige Verbesserungen gemacht zu haben, aber die Beschaffenheit derselben ist in keiner der bereits erwähnten Abhandlungen enthüllt worden. Kurz darauf nahm Hr. Molyneux ein Patent auf eine sekundäre Kompensation, welche derjenigen des Hrn. Eiffe, die sich damals in den Händen des königlichen Astronomen befand, ganz gleich war.

Eine andere große Klasse von Kompensationserfindungen, die sich alle mehr oder weniger gleich waren, kann dargestellt werden durch diejenige des Hrn. Dent, die der Zeitfolge nach zunächst den zwei erwähnten auftrat. Auch er beschreibt mehrere Formen seiner Erfindung in einer Abhandlung, die er der Oeffentlichkeit übergab; und es muß bemerkt werden, daß die einzige, welche er als die beste unter ihnen bezeichnete, nicht diejenige ist, welche Hr. Loseby nachher auswählte und als Dent's Unruhe für die Zwecke seiner Schrift an die Admiralität beschrieben hat. Folgendes ist die eigentliche Beschreibung derselben.

In Fig. 153 ist die breite Querstange selbst eine Kompensationsstange, welche bei Zunahme der Wärme sich nach aufwärts beugt, so daß, wenn die Gewichte blos auf vertikale Spindeln gesetzt werden, die sich aus den Enden der Querstange erheben, sich der Achse nähern müssen, wenn die Stange nach aufwärts sich beugt. Statt daß aber Spindeln von der Querstange emporsteigen, erheben sie sich aus zwei Stücken s t u in Ge-

stalt von Klampen für die sekundäre Kompensation, und diese Klampen sitzen auf der Querstange. Da nun auch diese Stücke für die sekundäre Kompensation sich selbst nach aufwärts biegen, so nähern sie die Gewichte der Achse weit rascher, wenn die Wärme zunimmt; und durch gehörige Adjustirung der Höhe der Gewichte auf den Spindeln kann man bewirken, daß das Trägheitsmoment der Unruhe im gehörigen Verhältniß zur Veränderung der Intensität der Feder variirt. Die cylindrische Feder steht über der Querstange und zwischen den Klampen.

Fig. 154 giebt eine Darstellung von der Quecksilberkompensationsunruhe des Hrn. Loseby. Außer daß die Gewichte D am Ende der primären Kompensationsstange B sitzen, sind noch kleine gebogene Röhren F E mit Quecksilber in derselben, wie bei einem Thermometer, vorhanden, und das Quecksilbergefäß befindet sich bei F. Wenn nun die Wärme zunimmt, pflegen sich nicht allein die primären Gewichte D und die Quecksilbergefäße F dem Mittelpunkte der Unruhe zu nähern, sondern es wird auch einiges Quecksilber längs der Röhre vorwärts getrieben, wodurch noch etwas mehr Gewicht gegen den Mittelpunkt hin bewegt wird und zwar in einem Verhältnisse, welches rascher zunimmt, als die Temperatur. Die Röhren sind an dem dünnen Ende mit Einschluß von etwas Luft verschlossen. Die Wirkung ist hier eben so ununterbrochen, wie bei der Kompensationsunruhe des Hrn. Dent, und die Adjustirungen der primären und sekundären Kompensation sind offenbar weit unabhängiger von einander; und diese Modifikation von Le Roy's Anwendung des Quecksilbers für kompensirte Unruhen (was ihm nicht gelungen zu sein scheint) ist sicherlich eben so elegant als sinnreich. Demungeachtet ergiebt sich aus einer genauen Untersuchung der Tabellen, welche während der letzten sieben Jahre zu Greenwich geführt worden sind, daß die Vorzüge dieser Methode vor den anderen mehr theoretisch als praktisch sind; denn es ergiebt sich, daß, wenn man

die sechs Monate der Prüfung in drei Perioden theilt, von denen die eine die kältesten Wochen, eine andere die heißesten und die dritte diejenigen von blos gemäßigter Temperatur enthält, und wenn man die Eintheilung in gleiche Perioden willkürlich in solche von 8 Wochen oder in solche von 6 Wochen von den extremsten Temperaturen und in 12 von mittlerer Temperatur zerlegt, oder sie so trifft, wenn die gedruckten Tabellen der Temperatur gerade die größten Brüche in jedem Jahre anzeigen, so bleibt das Resultat doch immer dasselbe, daß nämlich Dent's Kompensationen während drei Jahren von den sieben und diejenige des Hrn. Loseby nur während eines Jahres in dieser Zeit als die gelungenste sich auswies.

Man hat auch Chronometer mit gläsernen Unruhfedern gemacht und die Tabellen über den Gang eines derselben, welches vor einigen Jahren auf der königlichen Sternwarte geprüft worden war, waren sehr gut ausgefallen. Diese Federn gewähren den Vortheil, daß sie sehr wenig primäre und gar keine sekundäre Kompensation erheischen, wegen der sehr geringen Veränderung in ihrer Elasticität, den Federn aus Stahl oder einem andern Metalle gegenüber. Wir haben keinen guten Grund entdecken können, weshalb der Gebrauch derselben sich nicht verbreitet hat, außer daß man behauptet, die Arbeiter widersetzten sich ihrer Einführung, wie sie oft gegen jede Verbesserung sind, mit welcher eine wesentliche Abweichung von den bestehenden Konstruktionsarten verbunden ist. Es wurde auch bei einer neuern Veranlassung in der Society of Arts behauptet, daß die gläsernen Federn ihre Wirkung nach einigen Monaten verändern, aber dieses thun die stählernen Federn ebenfalls; denn es wird ausdrücklich in Hrn. Eiffe's schon früher angezogenen Abhandlung gesagt, daß die Chronometer, nachdem sie einige Monate im Gange gewesen sind, immer schneller gehen. Aber was auch davon die Ursache sein möge, so scheint doch selbst Herr Dent sehr wenige von diesen Chronometern mit

gläsernen Federn gemacht zu haben, obschon derjenige von ihm herrührt, dessen Gang wir erwähnt haben.

Aber ungefähr ein Jahr vor seinem Tode entdeckte er eine ganz andere Methode, die primäre und sekundäre Kompensation mit einem Mal und ohne einen besondern Zusatz zur Unruhe oder eine Vermehrung der Kosten zu bewirken. Er nannte diese Vorrichtung die prismatische Unruhe nach der Gestalt des stählernen Ringes, von welchem der Durchschnitt in Fig. 155 dargestellt ist, indem B C das Messing, und das dunkelschraffirte Dreieck in demselben der Durchschnitt des stählernen Theiles des Ringes ist. Ein Prisma aus Gußstahl biegt sich weit leichter auf der Seite der Kante als an der andern Seite, und folglich ist die Bewegung größer, wenn es durch die Wärme gekrümmt, als wenn es durch die Kälte gerade gezogen wird; und das ist es eben, was man bedarf. Zwar ist die Differenz nicht ganz so groß, als sie für eine vollständige Kompensation in Bezug auf einen sehr großen Spielraum der Temperatur (über 90°) sein sollte, indem der gegenwärtige königliche Astronom in einigen der letzten Jahre alle Chronometer, welche ihm zur öffentlichen Prüfung gesandt wurden, einem solchen weiten Spielraum der Temperatur unterwarf. Dieses Verfahren scheint aber ganz geeignet zu sein, die Aufmerksamkeit der Uhrmacher von Punkten größerer praktischer Wichtigkeit abzuziehen und sie auf diesen einen der sekundären Kompensation für Temperaturveränderungen zu beschränken, obschon nicht einer von Hunderten derselben eine wirkliche Anwendung derselben zu machen haben wird.

Achtes Kapitel.

Von der Thurmuhr und den größeren Pendeluhren *).

In der Werkstätte des polytechnischen Instituts in Wien ist für den Rathhausthurm in Lemberg eine Uhr gefertigt worden, welche, hinsichtlich ihrer Ausführung und Leistung, die Bewunderung aller Sachkenner erregt. Da die Nachtheile der gewöhnlichen Fertigung aller Uhrtheile aus Schmiedeeisen allgemein anerkannt sind, so wurde das Räderwerk, wie in neuerer Zeit bei mehreren Uhren, aus Gußeisen hergestellt. Die gräfliche Wrbna'sche Eisengießerei zu Horzowitz in Böhmen liefert gußeiserne Thurmuhren in verschiedener Größe, von denen eine beim polytechnischen Institute in Wien 10 Jahre lang als Hausuhr im Gange ist, ohne in einem Zeitraume von vielen Wochen mehr als eine Minute zu fehlen. Für die Lemberger Uhr wurde der Stiftengang als Hemmung gewählt; das Gehwerk sollte nicht unmittelbar durch starre Gestänge die Zeiger treiben, son-

*) Ueber die Thurmuhren vergleiche auch: **Moinet, etc. Part. II, chap. IX.**

dern nur alle Minuten ein Laufwerk auslösen, welches die Zeiger in springenden Minuten treibt, und es sollte das Pendel möglichst genau in einer Cykloide schwingen. Durch die Anbringung des Laufwerkes wird der große Vortheil erreicht, daß das Gehwerk von der Reibung in den Zeigerstangen und der Einwirkung des Windes auf den Zeiger isolirt ist; das Laufwerk besteht aus einem ähnlichen Räderwerke, wie das Gehwerk; seine Auslösung erfolgt durch einen Drahtzug, durch welchen es mit dem Gehwerke verbunden ist. Ferner ist es möglich, das Gehwerk ungleich kleiner, als gewöhnlich herzustellen, wenn die Bewegung der Zeiger und die Auslösung der Schlagwerke durch ein besonderes Laufwerk, hier Regulator genannt, bewirkt wird.

Nach demselben Grundsatze hatte der Uhrmacher Geist in Grätz schon vor vielen Jahren Thurmuhren eingerichtet, indem er das gewöhnliche Gehwerk derselben in ein Laufwerk oder Regulator verwandelte und durch eine astronomische Pendeluhr alle Minuten auslösen ließ. Seine Uhren haben aber, wegen des zu kleinen Ausschlages, einen zu schwachen Gang und sind daher besonders im Winter der Gefahr des Stehenbleibens ausgesetzt.

Um die letztere Gefahr zu vermeiden, muß man das ganze Räderwerk einige Pfund schwer und das Bodenrad 6 — 8″ im Durchmesser machen; das Pendel kann 30 — 40 Pfund schwer werden und in einer mittleren Elevation von 4 — 6° sich bewegen. Der Regulator oder das Laufwerk kann unmittelbar mit dem Gestelle des Laufwerkes verbunden, und das Schlagwerk an dem passenden Punkte, von dem vorigen getrennt, aufgestellt werden, damit die Erschütterungen des Schlages nicht auf das Gehwerk einwirken können. Regulator und Schlagwerk können ganz gewöhnliche Räderwerke haben, welche von Gußeisen und in genügender Stärke und Haltbarkeit sich herstellen lassen. Es wird daher auch der Preis der ganzen Uhr geringer sein können, wenn nur das Gehwerk mit aller Sorgfalt herzu-

stellen ist. Ebenso kann man leicht jede gewöhnliche Thurmuhr mit einem guten Gehwerke verbinden.

Sind auf zwei entfernten Thürmen Zeiger zu bewegen, so ist die Verbindung durch Gestänge kostspielig und mit vielem Hinderniß verbunden; es ist daher zweckmäßig, auf dem zweiten Thurme ebenfalls einen Regulator oder ein Laufwerk aufzustellen, welcher von dem auf dem ersten Thurme mit einem Drahtzuge ausgelöst wird. Um bei einem Drahtzuge nicht dadurch an Wirkung zu verlieren, daß sich der Draht beim Ausspannen ausdehnt, kann man an beiden Enden des Drahtes zwei einander entgegengesetzte Gewichte anbringen.

Bei dem Schlagwerke erfordert nur die Schlagscheibe eine genaue Bearbeitung und sorgfältige Eintheilung; die Größe des Schlagwerkes aber ist von der Schwere der Hämmer und daher von der Größe der Glocken abhängig. Die Schwere p des Hammers bei der Hubhöhe h in Zollen bestimmt sich für das Gewicht k der Glocke nach der Formel:

$$p \sqrt{h} = 0{,}0808\ (k + 60 \log. k).$$

Soll das Schlagwerk so angeordnet werden, daß es auf das Ohr einen angenehmen Eindruck hervorbringt, so müssen die Töne den Grundton, die große Terz, Quinte und Oktave geben; ist dann der Durchmesser der ersten Glocke d und ihr Gewicht k, so gelten für die zweite $\frac{4}{5}$ d und 0,5120 k, für die dritte $\frac{2}{3}$ d und 0,2963 k, und für die vierte $\frac{1}{2}$ d und 0,1250 k.

Bei der Lemberger Uhr sind die Stifte, welche das Viertelschlagwerk auslösen, in so gleichem Abstande, daß zwischen zwei aufeinander folgenden Viertelauslösungen immer die gleiche Zahl von Pendelschlägen liegen. Dieselbe Genauigkeit findet sich auch bei den Minutenstiften.

Das Pendel bei der Lemberger Uhr macht 45 Schwingungen in der Minute, sein Gewicht ist von Gußeisen, 70 Pfund schwer und besteht aus zwei Cylindersegmenten. Die Kompensation desselben wird durch eine Zinkstange auf eine eigenthümliche Weise bewirkt; es ist nämlich das Pendel oben mit einer englischen

Stahlfeder von 4″ Länge, 1⅔″ Breite und 0,0077″ Dicke, deren absolute Festigkeit 30 Ctr. beträgt, verbunden. Diese Feder geht durch zwei gleich zu beschreibende Metallbacken so hindurch, daß durch den Berührungspunkt dieser Metallbacken die Pendellänge begrenzt wird; oben ist die Feder in einen Zapfen gefaßt, welcher durch den Endpunkt eines ziemlich horizontal liegenden Hebels geht, auf dem der Zapfen mit einer Schraubenmutter aufruht, so daß die Pendellänge durch Umdrehen dieser Schraubenmutter verstellbar wird. Der erwähnte Hebel hatte am andern Ende einen Drehpunkt am Gestelle der Uhr und ruht zwischen Drehpunkt und Aufhängepunkt auf einer Zinkstange von angemessener Länge. Dehnt sich nun die Zinkstange aus, so hebt sie den Hebel und zieht somit die Pendelfeder ein wenig durch die Backen in die Höhe; eine Zusammenziehung hat die entgegengesetzte Wirkung. Die Kompensation wurde durch dieses Mittel so vollkommen erreicht, als es wünschenswerth war.

Zur Kompensation der Veränderlichkeit des Ausschlagwinkels dienen zwei Backen, welche zu beiden Seiten die Pendelfeder berühren; sie wurden mit vieler Sorgfalt und außerordentlicher Mühe nach der Form einer Cykloide hergestellt, bei welcher der Erzeugungskreis gleich dem vierten Theile der Pendellänge ist. Da das Pendel 68″ Länge hatte, so war bei dem größten Elevationswinkel von 12° jeder Backen mit einem Cykloidenbogen von 1,5″ Länge zu versehen. Es wurde, wie es die Theorie fordert, 17″ als Halbmesser des Erzeugungskreises gewählt und die Backen an das Pendel angesetzt; der Erfolg war, daß die Uhr bei 8,2° Elevation täglich 74 Sekunden langsamer ging, als bei 2,6° Elevation, während ohne Backen diese Größe 120 Sekunden würde betragen haben. Daß noch keine genügende Korrektion erfolgte, wurde daraus abgeleitet, daß die angewendete Cykloide eigentlich einen luftleeren Raum und eine vollkommen biegsame Feder voraussetzt; da beides nicht stattfindet, so muß man auf das

entstehende Hinderniß Rücksicht nehmen und den Erzeugungskreis der Cykloide darnach abändern. Es wurde bei einem zweiten Versuche der Halbmesser des Erzeugungskreises der Cykloide = 26″ genommen und die neuen Backen angesetzt; dieselben wirkten ein klein wenig zu stark; denn es blieb die Uhr täglich gegen mittlere Zeit, bei 3,5° Erhebungswinkel, um 9,5 Sekunden, bei 6° Erhebungswinkel um 8,4 Sekunden, und bei 8,2° Erhebungswinkel um 6,5 Sekunden zurück. Eine Korrektion so kleiner Größen läßt sich, wenn es nöthig ist, durch geringe Verstellung der Backen oder Veränderung des Pendelgewichts bewirken, indem sich bei vermehrtem Pendelgewichte die Feder inniger an die Backen anlegt. Da die Herstellung cykloidischer Backen mit bedeutenden Schwierigkeiten verbunden ist, so ist es wünschenswerth, gewöhnliche cylindrische an deren Stelle zu setzen, und Prof. Stampfer hat deshalb im Jahrbuche des polytechn. Instituts in Wien, Band XX, Seite 78 und folgende, eine Anweisung zur Berechnung der Cylinderhalbmesser gegeben, welche, unter gegebenen Bedingungen, die Veränderlichkeit des Ausschlagwinkels am besten kompensiren.

Die Stellung und Regulirung der Lemberger Uhr wird auf eine höchst einfache Weise bewirkt; zur Ausmittelung der wahren Zeit dient ein ganz kleines Passageinstrument; die Differenz zwischen der richtigen Zeit und der von der Uhr angegebenen Zeit wird nun in Pendelschläge verwandelt; soll die Uhr zurückgestellt werden, so löst man durch einen bloßen Druck der Hand den Arm aus, durch welchen der Anker mit der Pendelstange verbunden ist, und läßt das Pendel die ermittelte Anzahl von Schwingungen frei machen, nach deren Vollendung der Arm wieder mit dem Pendel verbunden ist. Beim Vorwärtsstellen der Uhr läßt man aber sowohl den ausgelösten Arm, als das Pendel frei schwingen und zählt die gefundenen Schläge des Pendels ab, bevor man wieder einrückt. Es ist nämlich die Einrichtung getroffen, daß in diesem Falle der Anker

doppelt so viel Schwingungen macht, als das Pendel, und die Uhr ist daher gerade um so viel vorgerückt, als die abgezählten Pendelschwingungen betragen.

Dr. Mohr hat ein anderes Mittel gesucht, um den Fehler, der von den ungleichen Ausschlagswinkeln herrührt, auf ein Minimum zu reduciren.

Wenn die Länge eines Sekundenpendels bis an seine äußerste Spitze, wie dieß von einem wirklichen Pendel entnommen ist, 46 preußische Zoll beträgt, so ergiebt sich durch einfache Berechnung, daß ein Nonagesimalgrad von der äußersten schwingenden Spitze eine Länge hat von 9,689 Linien,

ebenso	ist	$\frac{1}{2}$	Grad	= 4,844	"
"	"	$\frac{1}{4}$	"	= 2,422	"
"	"	$\frac{1}{8}$	"	= 1,211	"
"	"	$\frac{1}{10}$	"	= 0,9689	"
"	"	$\frac{1}{16}$	"	= 0,605	"
"	"	$\frac{1}{32}$	"	= 0,3025	"

Es ist nun die Absicht gewesen, die Elevation der Pendelschwingungen auf eine ungewöhnlich kleine Größe zurückzuführen. Bei den darüber angestellten Versuchen fand Dr. Mohr, daß man sehr vortheilhaft einem Sekundenpendel eine Totalbewegung geben kann, welche an seiner äußersten Spitze zwischen $\frac{1}{2}$ — 1 Linie Länge liegt, so daß der Elevationswinkel zwischen $\frac{1}{16}$ — $\frac{1}{8}$ Grad liegt. Es hat keine Schwierigkeit, diese Größe sogar noch zu vermindern. Bezeichnet y den halben Schwingungsbogen des Pendels, so beträgt die tägliche Retardation oder $x = 1{,}645\, y^2 + 0{,}0000286\, y^4 +$ und so weiter *).

---

*) Die Schwingungen eines im Kreise schwingenden Pendels sind bekanntlich, bei gleichbleibender Länge des Pendels, auch von der Größe der Schwingungsbögen abhängig. Wenn durch **t** die Dauer einer unendlich kleinen Schwingung, durch **y** der halbe Schwingungsbogen und durch **t^1** die Dauer einer Schwingung mit dem Ausschlagwinkel **y** bezeichnet wird, so hat man:

Da unsere Elevationswinkel überhaupt sehr klein sind, so kann man das von y^4 abhängige Glied durchaus vernachlässigen.

Es sei nun $y = \frac{1}{16}$ Grad, so ist $x = 1{,}645$

$$\frac{1}{16}^2 = \frac{1{,}645}{256} = 0{,}0064''.$$

Die tägliche Retardation beträgt also 0,0064 Sekunden, oder auf 156 Tage 1 Sekunde. Ebenso beträgt die Retardation für $\frac{1}{10}$ Grad täglich 0,01645 Sekunden, oder auf 61 Tage 1 Sekunde. Und für $y = \frac{1}{3}$ Grad ist die tägliche Retardation 0,026 Sekunden, oder auf 38 Tage 1 Sekunde.

Nehmen wir nun an, das Pendel könne von $\frac{1}{16}$ bis auf $\frac{1}{8}$ Grad in seinen Elevationen schwanken, welche Annahme gewiß exorbitant ist, da auch bei andern Pendeln die Schwingung nie auf das Doppelte gelangt, so beträgt die tägliche Retardation:

$$0{,}026 - 0{,}0064'' = 0{,}0196,$$

also ungefähr $\frac{1}{50}$ Sekunde und in 50 Tagen 1 Sekunde.

Da aber nun das Pendel niemals so große Schwankungen in seinem Elevationswinkel erleiden kann, so kann die tägliche Retardation auch bei weitem nicht $\frac{1}{50}$ Sekunde erreichen; ja sie wird überhaupt neben dem Fehler, welcher Kompensation noch zuläßt, gar nicht mehr bemerkbar sein.

Hierdurch ist nun die Anwendung cykloidischer Backen ganz vermieden, die Ungleichheit der Schwingungen auf ein Minimum zurückgebracht, und der Widerstand der Luft, wegen der Kleinheit der Bewegung vollkommen unschädlich gemacht.

$$t^1 = t\,[1 + (\tfrac{1}{2})^2 \sin.^2 \tfrac{1}{2} y + \left(\frac{1 \,.\, 3}{2 \,.\, 4}\right)^2 \sin.^4 \tfrac{1}{2} y + \left(\frac{1 \,.\, 3 \,.\, 5}{2 \,.\, 4 \,.\, 6}\right) \sin.^6 \tfrac{1}{2} y + \text{rc.}$$

aus welcher Formel man den Werth t^1 für jede beliebige Elongation finden kann.

Stellen wir noch einige Zahlenresultate über den Einfluß eines zunehmenden Elevationswinkels zusammen, so haben wir folgende Zahlen:

Elevationswinkel y	tägliche Retardation in Sek.
$\frac{1}{16}$ Grad	0,0064″
$\frac{1}{10}$ "	0,0164″
$\frac{1}{8}$ "	0,026″
$\frac{1}{4}$ "	0,102″
$\frac{1}{2}$ "	0,410″
$\frac{3}{4}$ "	0,926″
1 "	1,645″

Man ersieht also, daß, je kleiner man die Pendelschwingungen macht, eine desto größere Gleichheit unter sich selbst die abweichend großen Schwingungen haben müssen. Aus dem Berichte des Professor Stampfer, über den wirklichen Gang der Lemberger Uhr, ergiebt sich, daß diese, ungeachtet der cykloidischen Backen, dennoch Schwankungen von 2 — 3 Sekunden täglicher Retardation im Laufe eines Jahres zeigte, eine Größe, welche die Möglichkeit der Unsicherheit in obiger Konstruktion um vieles übertrifft.

Dr. Mohr giebt nun noch an, wie das Pendel mit Bestimmtheit des Ganges in kleinen Schwingungen erhalten werden könne.

Das Pendel wird zu diesem Zwecke oberhalb der Uhr aufgehangen, der Haken unmittelbar an das untere Ende des Pendels befestigt und dieser Haken ebenfalls unmittelbar mit dem Steigrad in Eingriff gesetzt. Durch diese höchst einfache Einrichtung wird dem Pendel an seiner äußersten Spitze eine eben so große Bewegung mitgetheilt, als ihm sonst an jener Stelle zu Theil wurde, welche der Länge des Hakens entsprach.

Da der Haken hier unbeweglich am Pendel befestigt ist, so werden durch diese Einrichtung erstlich die Reibungen der beiden Zapfen der Hakenwelle erspart, dann aber auch die durch Elasticität der Hebelvorrichtung und deren Bewegung verloren gehenden Kräfte ebenfalls gewonnen. Das untere Ende des Pendels ist

darum der vortheilhafteste Punkt, die erhaltene Kraft anzubringen, weil von hier aus die in Masse zunehmenden Dimensionen des Pendels eine absolut vollkommene Fortpflanzung der erhaltenen Kraft gestatten. Die äußersten Enden des Hakens haben nicht nothwendig einen größeren Weg zu beschreiben, als daß sie eben die Zähne des Steigrades passiren können.

Von allen verschiedenen Hemmungen hat Dr. Mohr den einseitigen Stiftengang als die vortheilhafteste erfunden.

Der Graham'sche Haken kann durch die Verlängerung der Pendelstange allein ins Stocken gerathen, wenn die Pendelstange nicht von Holz ist, wo alsdann durch die Ausdehnung der Rückwand, woran das Pendel in letzter Instanz hängt, diese Ausdehnung kompensirt wird. Da beim Graham'schen Haken die Zähne in der Ebene des Rades liegen, so würden die Paletten sehr bald den Boden der Zahnreihen berühren und also dem Pendel nur einen sehr kleinen Schwung erlauben. Jede unvorhergesehene Bewegung eines 60 bis 80 Pfd. schweren Pendels würde das Steigrad zertrümmern oder den Haken verletzen.

Der einseitige Stiftengang dagegen bietet folgende Vorzüge dar:

1) Er verträgt bedeutende Senkungen und Hebungen der Paletten, ohne in Unordnung zu gerathen.

2) Beide Paletten wirken in demselben Sinne, entweder zugweise oder stoßweise, wie beim Graham'schen Haken eine der Paletten immer zieht, die andere dagegen stößt.

3) Da die Stifte nicht in der Ebene des Steigrades liegen, so kann der Haken eine Schwingung von beinahe dem Durchmesser des Steigrades machen.

4) Eine unrichtige Theilung des Steigrades hat fast gar keinen Einfluß, sobald nur die beiden Paletten durch die Zahnlücken passiren können. Der Grund davon liegt darin, daß beim einseitigen Stiftengange gleich nach einander derselbe Stift an beiden Paletten passirt, also

seine Entfernung gegen andere Stifte von keinem Belang ist. Beim Graham'schen Haken und dem zweiseitigen Stiftengange (wo die beiden Paletten um nahe 180° von einander entfernt in den Stiftengang eingreifen), werden meistens 6 bis 10 Zähne eingeschlossen (bei unserm Pendel würde es genau das halbe Steigrad oder 15 Zähne sein), und die Fehler aller dieser Zähne addiren sich nothwendig, wodurch eine große Fehlersumme entsteht, die ein Klemmen des Steigrades zur Folge haben kann. Der einseitige Stiftengang aber macht keine solche genaue Theilung, selbst wenn man sie haben kann, unumgänglich nothwendig.

5) Die Stellung der Paletten gegen einander läßt sich durch eine Schraube leicht reguliren und dadurch die Ruhe auf dem Haken auf ein Minimum reduciren.

Diese Gründe sind überwiegend, um dem Stiftengange den Vorzug vor jeder andern Hemmung zu geben. Um den Abfall möglichst klein zu machen, werden die beiden Paletten so regulirt, daß, wenn der halbcylindrische Stift von der ersten Palette abgleitet, er mit seinem untersten Punkte genau auf die äußerste Spitze der Ruhe der zweiten Palette auffällt, und das Zuggewicht der Uhr wird so regulirt, daß, wenn der Stift auf dem äußersten Punkte der zweiten Palette angekommen ist, die Pendelschwingung auch zu Ende ist, und der Stift auf der Ruhe also nicht weiter fortgleitet, sondern im folgenden Momente sogleich auf der schiefen Ebene abgleiten muß, der er nun seine Beschleunigung mittheilt. Durch diese sehr sorgfältige Anordnung wird die Reibung auf der Ruhe möglichst vermindert, während die Kraft der schiefen Ebene das Uebergewicht gewinnt. Der Gang nähert sich deshalb einer sogenannten freien Hemmung und ist dieser hinsichtlich des Effektes in Allem gleich.

Die Vortheile, welche nun das neue Pendel gegen die ältere Konstruktion gewährt, sind folgende:

1) Der Isochronismus der Schwingungen wird auf ein Maximum gebracht, indem die Differenzen zwischen

den möglichen Schwingungsbögen unendlich kleiner sind, als sie durch die Anwendung cykloidischer oder cylindrischer Backen nur jemals werden können.

2) Der störende Einfluß der ungleichen Dichtigkeit der Luft fällt weg, weil die Bewegungen des Pendels sehr klein sind, die Massen des Pendels aber sehr groß genommen werden. Es nähert sich also die Erscheinung immer mehr der Bewegung im leeren Raume oder, wenn man will, der wirklichen Ruhe, wobei kein Widerstand stattfinden kann.

3) Die Massen der Pendel können ungemein vermehrt werden, wodurch jede Ungleichheit in der Intensität der erhaltenden Kraft unschädlich wird.

4) Da bei den Pendelschwingungen der jedesmalige Ersatz an verlorner Kraft gleich sein muß der Kraft, womit die Feder hin und her gebogen wird, und dem Widerstande der Luft, diese beiden Größen aber hier auf ein Minimum reducirt werden, so geht diese Uhr auch mit der geringsten Menge der erhaltenden Kraft, d. h., mit dem leichtesten Gewichte. Hiermit hängt zusammen, daß die Reibung der Zapfen, die Abnutzung der Räder und namentlich diejenige der Steigradstifte bedeutend vermindert werden. Läßt man ein nur 20 Pfund schweres Pendel in großen Bögen durch einen Anstoß schwingen, so kommt es sehr schnell auf kleine Bögen zurück; dann aber schwingt es in kleinen Bögen noch 12 — 14 Stunden von selbst. Wird aber nun die Masse des Pendels auf 80 Pfund vermehrt, so bleibt die Schwingungszeit der kleinen Bögen bedeutend länger, und der Ersatz, welchen das Pendel bei jedem einzelnen Schlag erhalten muß, wird äußerst gering.

5) Die Uhren werden, weil das Pendel über demselben und nicht hinter demselben hängt, weit flacher und eignen sich deshalb besonders gut zum Einmauern.

6) Eine eingemauerte Uhr dieser Art kann leicht mit Zifferblättern in zwei Zimmern versehen werden, weil die Pendelstange dieser Anordnung nicht hinderlich ist, wie dieß bei allen andern Uhren der Fall ist.

Man kann dem Gewichte des Pendels und der Pendelstange beliebige Formen geben: dasselbe kann linsenförmig, eine Kugel, ein Cylinder sein; der Widerstand der Luft ist nämlich nicht zu berücksichtigen. Am zierlichsten ist eine runde Pendelstange und ein Gewicht von Kugelform. Man kann jede Art von Wärmekompensation gebrauchen.

Oberhalb des Werkes befindet sich ein fester Bogen von Holz, welcher das Werk vor Zertrümmerung schützt, im Falle das Pendel sich einmal von seiner Feder losreißen sollte. Durch einen Spalt geht das untere Ende der Pendelstange. Die Aufhängung des Pendels mit einer sehr kurzen Feder geschieht an einem Apparate, welcher kleine Verschiebungen nach rechts und links, so wie auf- und abwärts zuläßt.

Man kann diese Konstruktion mit Vortheil bei Thurmuhren anwenden und den Haken so zart konstruiren, daß sie nicht stille stehen können, sondern durch die bloße Schwere des Gewichtes ohne Anstoß ins Gehen kommen.

Will man den Schlag des Ankers sehr hörbar machen, wie dieß bei astronomischen Uhren gern gesehen wird, so hat man dazu bekannte Mittel. Man setzt die Stifte weiter auseinander, macht aber die Breite der Palette nicht größer, alsdann erhält das Steigrad eine Beschleunigung von dem Momente, wo der Stift eine Palette verlassen hat, bis zu jenem wo er die andere trifft, und der Schlag wird stärker. Ein vermehrtes Gewicht wirkt ebenso. Uebrigens steht, wie wir bemerken müssen, die Bedingung eines starken Schlages in einigem Widerspruche mit der Richtigkeit und Konservation des Werkes.

Laudacher's Thurmuhr kleinster Gattung*).

Diese merkwürdige Thurmuhr zeichnet sich sowohl ihrer einfachen Konstruktion und des dadurch bedingten richtigen Ganges, als der großen Wohlfeilheit wegen vor vielen andern äußerst vortheilhaft aus. Sie besteht aus drei Werken, nämlich aus dem Gang-, Viertel- und Stundenschlagwerk, hat aber sowohl in den Rädern und Getrieben, als auch im Gestelle und in den Auslöshebeln mehr als die Hälfte weniger Bestandtheile, als die gewöhnlichen Uhren. Das Gangwerk hat den Stiftengang mit ruhendem Sekundenstreich, und die Hemmung ist auf eine ganz neue, höchst vereinfachte Weise bewerkstelligt, so zwar, daß dadurch die Ankerwelle die sogenannte Gabel und Gabelschiene, dabei erspart wird. Der Gang ist fest, die Elevationswinkel sind gleich, und die Pendelstange, als die von allen Kunstverständigen anerkannt beste Komposition, aus geradfaserigem gut ausgelaugten Tannenholze, und statt der Linse eine 12-pfündige gußeiserne Kugel daran angebracht, welche durch eine Schraube richtig gestellt wird. Laudacher hat bei dieser Uhr die Form der Kugel jener der Linse vorgezogen, weil das beständige Schwanken, welches bei der Linse so oft der Fall ist, dadurch vermieden wird. Die beiden Schlagwerke bestehen jedes derselben aus einem einzigen Rade, worauf sich die Schlag- oder Hebestifte befinden, und werden durch die Tangentenschraube zu einem bestimmten Laufe regulirt.

Die Anwendung der Tangentenschraube bei Schlagwerken, wo sie ein Laufrad und zwei Getriebe ersetzt, bringt den mehrfachen Vortheil, daß sie, im Vergleiche gegen den ungleichen, schnellen und gewaltsamen Ablauf beim Schlagen gewöhnlicher Thurmuhren, einen gleichmäßigen, äußerst sanften, stillen Lauf hat, weswegen weit weniger Reibung und daher fast gar keine Ab-

*) Innerösterr. Allgem. Industrie- und Gewerbeblatt, 1844, Nr. 76 und 1845, Nr. 66.

nutzung stattfindet, daher auch viel weniger Reparaturen unterliegt, mehr als die Hälfte der gewöhnlichen Auslöshebel beseitigt und durch diese vereinfachte Konstruirung natürlich auch wohlfeiler zu stehen kommt. Die Uhr hat außerdem noch den Vortheil, daß die Räder nicht wie gewöhnlich perpendikulär, sondern horizontal liegen, daher jedes Rad, wie jeder Bestandtheil, einzeln herausgenommen werden kann, ohne die Uhr zerlegen zu dürfen. Auch bei den Getrieben können die Getriebstöcke leicht herausgenommen und wieder eingesetzt werden, welches bei der Reinigung des Werkes sehr zu statten kommt.

Ein sogenannter Regulator (ein eigenes Zeigerlaufwerk) wird durch eine Sekundenpendeluhr alle Minuten ausgelöst und übernimmt die Führung der Zeiger, wodurch springende Minutennachweisung entsteht, wie nach Stampfer's System, und der Vortheil damit verbunden ist, daß das Gehwerk weder die Zeiger, die schweren Zeigerstangen und Wechselleitungen, noch die Schlagwerke auslösen darf, sondern alle diese Verrichtungen dem Regulator überläßt, welcher als isolirtes Werk allen Erschütterungen enthoben ist, welche Stürme und andere Elementarereignisse auf die Zeiger und jene Bestandtheile, welche das Schlagen des Uhrwerkes ausüben, äußern könnten. Die Hammerzüge sind auf eine ganz neue, sehr einfache Art, und zwar so eingerichtet, daß da, wo die Last der Hämmer am meisten hinwirkt, auch unmittelbar dort die volle Kraft dazu vorhanden ist. Die Windfahnen der Tangenten, wovon zwei horizontal und eine senkrecht angebracht sind, können nach Erforderniß zum langsamen und schnellen Schlagen gestellt werden.

Wagner's Thurmuhren*).

Thurmuhren sind, wenn sie zweckentsprechend konstruirt sein sollen, immer sehr hoch im Preise, und vorzüglich diesem Umstande ist es zuzuschreiben, daß sie nicht nur in vielen Ortschaften, sondern auch in größeren Etablissements, öffentlichen Gebäuden, wo sie zum Theil sehr nützlich, zum Theil fast unentbehrlich sind, noch vermißt werden.

Francoeur führt an, daß in Frankreich, wo eine gute Thurmuhr 1000 bis 1200 Fr. kostet, allerdings eine große Anzahl von Gemeinden der großen Uhren ganz entbehren; aber auch mehr als 10000 Ortschaften Uhren von so schlechter Beschaffenheit und in einem solchen Grade der Abnutzung besitzen, daß man sich durchaus nicht auf sie verlassen kann, und daß gehörige Reparatur derselben entweder ganz unmöglich, oder doch wenigstens zu kostspielig ist. Durch die Einrichtung des Uhrmachers Wagner in Paris (rue du Cadran Nr. 39) ist der Preis einer Thurmuhr auf $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ des frühern vermindert worden, sobald die Glocke, auf welche die Stunden geschlagen werden sollen, vorhanden ist. Es werden zu den Uhren kleine, schwache Gehwerke benutzt, und die größten Glocken mit einem ihrer Größe proportionalen Hammer angeschlagen, und das Eigenthümliche der Einrichtung ist vorzüglich darin zu suchen, daß das Gehwerk keinen Einfluß von dem Widerstand erfährt, welchen ein Schlagwerk mit großen Glocken und schweren Hämmern verursacht. Das Verdienst der ersten Idee zu einer solchen Einrichtung gebührt Tissot, welcher ein Patent auf dieselbe nahm; jedoch waren die Mittel zur Erreichung desselben Zweckes von ihm nicht vollkommen sicher angeordnet, und erst Wagner, der jetzige Inhaber des Patents, welches im Jahre 1836 er-

---

*) **Bulletin de la Société d'encouragement 1838, Octobr., p. 391 — 394,** ein Bericht Francoeur's.

theilt wurde, hat den hier beschriebenen, vollkommen angemessenen Mechanismus angegeben.

Als Gehwerk werden von Wagner Uhren benutzt, welche unter dem Namen horloges du Jura oder comptoises bekannt sind und zu Moret fabrikmäßig gefertigt werden; ein Satz aller der zu einer Uhr gehörenden Theile kostet ungefähr 40 Fr., und die aus denselben zusammengesetzten Uhren zeichnen sich durch besonders guten Gang aus, namentlich, wenn, wie es von Wagner geschieht, die Steigradhemmung überarbeitet wird. Die Uhren sind Gewichtsuhren und haben Sekundenpendel; übrigens schlagen sie die Stunden zwei Mal in kurzem Zwischenraume hinter einander.

Mit dieser kleinen Uhr ist ein Apparat verbunden, der aus dem Gewichte zum Treiben des großen Schlagwerkes, aus dem Hammer, dem Windrad und einem einfachen Verbindungsmechanismus besteht. Durch einen Hebel wird das Schlagwerksgewicht gehemmt und am Fallen gehindert; dieser Hebel wird in seiner Stellung durch die kleine Uhr gehalten; sobald dieselbe aber ihr eigenes Schlagwerk in Thätigkeit setzt, und der ihr zugehörige Hammer die Bewegung macht, durch welche sein Schlag entsteht, löst er den erwähnten Hebel aus; das Gewicht des großen Schlagwerks kann daher ein wenig sinken und die Theile des großen Schlagwerks in Thätigkeit setzen, wird aber sogleich wieder durch den vorgefallenen Hemmungshebel aufgehalten. Soviel und so schnell nach einander daher die kleine Uhr an ihrem Schlagwerke Stundenschläge geben würde, so viel Mal und ebenso schnell werden nun auch die Schläge des großen Schlagwerks erfolgen. Uebrigens wird die kleine Uhr noch mit einem gehörig großen Zifferblatt und den erforderlichen großen Zeigern versehen, welche ihr Stand und die Entfernung, bis auf welche die Angaben gesehen werden sollen, nothwendig machen.

Fig. 156 giebt eine Vorderansicht, Fig. 158 eine Seitenansicht, Fig. 157 den Grundriß der von Wagner angegebenen Vorrichtung im fünften Theile der

natürlichen Größe. A ist das Gehäuse für das treibende Uhrwerk, B der Hammerstab des Schlagwerks der kleinen Uhr, welcher bei jedem Schlage das große Schlagwerk auslöst, C die Auslösung mit den bei I angebrachten doppelten Hemmungsstiften, D das Schlagrad mit 64 Zähnen und 16 Stiften zum Heben des großen Schlaghammers, F der Windfang, G die Hubstange für den Hammer, H der Hemmungshebel, welcher mit der Schraube ohne Ende an gleicher Welle sich befindet, K die Gewichtswalze für das große Schlagwerk, L Sperrwerk für den Windfang.

Alle Gewichtsuhren mit diesem besondern Schlagwerke schlagen auf eine Glocke von 20, 40 oder 100 Pfund, ja eine Uhr von 12 Zoll Durchmesser läßt sich mit einem kräftigeren Schlagwerke so verbinden, daß sie auf eine Thurmglocke von 800 bis 2000 Pfd. schlägt. Der Mechanismus hat sich während einer Zeit von mehr, als einem Jahr als vollkommen sicher und zweckentsprechend bewährt, und die Société d'encouragement hat dem Erfinder daher unterm 27. Juni 1838 eine silberne Medaille zuerkannt.

Normaluhr mit helikoidischer Verzahnung von Schade, Uhrmacher in Breslau*).

Diese Normaluhr mit helikoidischer Verzahnung weist, mittels zweier Räder, Stunden, Minuten und Sekunden; Fig. 159 stellt dieses einfache Werk in natürlicher Größe und in seinen einzelnen Theilen so dar, daß es durch ein bloßes Ansehen schon hinreichend erklärt wird. — A ist das Minutenrad, dessen Welle zugleich die Rolle und das Zifferblatt für die Minuten trägt; B das Steigrad mit der ruhenden Hakenhemmung nach Graham. Bei C ist die Aufhängung des Sekunden-

*) Dr. Dingler's polyt. Journ., Bd. 100.

pendels sichtbar. d, d sind Vorsteckstifte, zur Zusammenhaltung des Gestelles, und e, e, e, e Theile der Schnur ohne Ende, welche zur Aufnahme der Klobenrolle, als auch des Gewichtes und des Gegengewichtes dient. Bei l ist eine horizontal liegende Schraube zum Behufe der Verschiebung des Gabelblechs und zur Richtung des Abfalls angebracht. g ist das Sperr- oder Aufziehrad. Unter dem Stundenzifferblatt h, h befindet sich das gewöhnliche Stundenrad mit seinem Rohr zur Aufnahme des Stundenweisers, welches auf der Zeichnung nebst dem Sperrkegel und dem Stundentrieb nicht sichtbar ist. Der Rücken bei i ist das Sekundenblatt.

Die erste Anwendung der helikoidischen Verzahnung auf den Bau von Uhrwerken machte Schade im Jahre 1828 und fand, daß die Verzahnung mancherlei Vereinfachungen gestatte und Vortheile darbiete, welche, der Hauptsache nach, in folgendem bestehen:

Die Zähne können ungewälzt bleiben, weil hier die Berührung derselben nur in einzelnen Punkten stattfindet, und nur eine rollende Reibung entsteht, welche bekanntlich die wenigste Abnutzung der Maschinentheile bewirkt und somit bei dieser Verzahnung die Reibung auf den Eingriffsflächen fast auf Null reducirt wird.

Der Eingriff der Zähne kann tief oder seicht sein, das Auflegen der Zähne auf einander geschieht immer in der Mittelpunktslinie. Die Räder werden demnach mit einer sehr gleichmäßigen Geschwindigkeit fortbewegt, was jedoch bei den epicykloidisch verzahnten Rädern fast niemals oder in den seltensten Fällen dann nur so lange stattfindet, bis der Abstand der Mittelpunkte nur um das mindeste verändert wird.

Auch ist die Verzahnung für solche Räderwerke, wo zwischen den Rad- und Triebzähnen der Spielraum (todte Gang) vermieden werden soll, und ebenso für Kegelräder anwendbar.

Ferner zur Erspaiung des Raumes, und wo eine größere Dauer und Festigkeit hinsichtlich des verzahnten Räderwerkes, Einfachheit im Bau, ein genauer und re-

gelmäßiger Gang und ein leichteres Zuggewicht ꝛc. erzielt werden soll.

Eine der wichtigsten und interessantesten Eigenschaften der helikoidischen Verzahnungsart ist jedoch diese: daß sich die Bewegung eines so gezahnten Rades auch auf ein anderes übertragen läßt, dessen Achse nicht, wie gewöhnlich, mit der des ersten Rades in einer und derselben Ebene liegt, sondern die Bewegung sich durch dasselbe in jedem beliebigen Winkel, bis zu 90° fortpflanzen läßt und die Achsen der Räder sich kreuzen.

Was jedoch die Berechnung, regelrechte Anordnung — wodurch bei Maschinen der Reibungskoefficient noch bedeutend herabgesetzt wird, und die Anfertigung helikoidisch verzahnter Räder und Getriebe, welche letztere oft nur aus einem einzigen schraubenförmigen Zahne bestehen, wie hier ein solcher auf der Zeichnung am Steigrade sichtbar ist, anlangt, so muß dieses der Einsicht und Geschicklichkeit eines jeden Künstlers überlassen bleiben.

Herr Schade bemerkt noch, daß das Minutenrad seiner Normaluhr (siehe bei A die Abbildung) auf einer großen Theilmaschine mittels einer von ihm an derselben angebrachten Vorrichtung fertig geschnitten worden ist, und daß es weiter keiner Nachhülfe, z. B. Ausstreichen und dergleichen, bedurft hatte. — Die Räder und Triebe können übrigens in jedem beliebigen Maße, wie man sie für kleine und große Werke braucht, ausgeführt werden. Was jedoch die Breite der Räder an ihrer Stirn anlangt, so wird diese bei einem einmaligen Umschwung des Schraubenganges — sofern man nämlich, statt eines mehrzahnigen Triebes, sich einer Schraube bedienen will — gleich der Breite resp. Länge des Triebes gemacht, weshalb man bei der Anfertigung die nöthige Sorgfalt hierauf zu richten nicht verabsäumen darf.

Wie nun aber auch manchmal eine lange Zeit hingehen muß, ehe dem neuen Guten Eingang verschafft wird, so verdient beispielsweise zum Schlusse noch fol-

gendes erwähnt zu werden: Schon vor mehreren Jahrhunderten (etwa um das Jahr 1642) wurde von P. Schirlei de Rheita, einem Kapuziner (siehe Kaspar Schott's Technica curiosa, 1664, in 4), eine neue, nur aus wenig Rädern und Schraubengetrieben zusammengesetzte Planetenuhr nicht nur konstruirt, sondern von ihm auch wirklich in Ausführung gebracht. Sie stellte, auf drei über einander angebrachten, kreisförmigen Zeigetafeln, nächst den Stunden, die Bewegung der Planeten und den Lauf des Mondes dar. Die Berechnung, wie auch eine Abbildung der Uhr, ist in dem hier aufgeführten Werke enthalten, und obgleich diese Uhr noch nach den Principien der gewöhnlichen Schraube ohne Ende angefertigt war, so geht doch daraus hervor, daß man schon damals die Vorzüge der Helikoide (Schrauben- oder Schneckenlinie) zur Verzahnung der Räder für Uhrwerke jeder Art erkannt haben mußte.

Apparat zum Schneiden der helikoidischen Verzahnung*), von Breguet und Boquillon.

Callas führt in dem Echo du monde savant vom 5. Novbr., S. 855, an, daß der Ingenieur White bereits im Jahre 1801, bei Gelegenheit der Ausstellung französischer Industriegegenstände, ein neues System von Rädern von helikoidischer Verzahnung eingesendet hatte, welche die Bewegung auf eine höchst gleichförmige Weise übertragen und sich mit sehr geringer Reibung wälzen. Diese Räder haben das Eigenthümliche, daß, wenn bei der ersten Ausführung sowohl in Bezug auf die Gestalt der Zähne, als in Betreff der richtigen Theilung, einige Ungenauigkeiten vorgefallen sind, die

*) Ueber helikoidische Verzahnung vergleiche auch: **Moinet, Traité d'hortologerie etc. Part. II,** Taf. 38, Fig. 6.

Abnutzung diese Ungleichheiten ausgleicht. Ferner erleiden sie überhaupt durch einen sehr lange Zeit fortgesetzten Gebrauch keine bemerkbare Beschädigung.

Man hat zahlreiche Versuche angestellt, häufig dieses System von Verzahnung vorzugsweise in Anwendung gebracht, und es wurden keine Inkonvenienzen bekannt, welche den Erfinder in seinen Ansichten Lügen gestraft hätten.

Der Gebrauch derselben ist indessen noch wenig verbreitet. Die Ursache, warum sie noch so wenig verbreitet sind, muß dem Umstande zugeschrieben werden, daß die Anfertigung des White'schen Apparates, mit welchem die neue Verzahnung zu Stande gebracht wird, mit nicht unbedeutenden Schwierigkeiten verbunden ist.

Dieser Apparat ist in dem Werke: A new century of inventions, welches im Jahre 1822 zu Manchester herauskam, beschrieben. Der Theorie nach sind die Principien, auf welchen er beruht, sehr einfach. So gering aber auch die praktischen Schwierigkeiten dabei sind, so waren sie doch hinlänglich, um die weitere Verbreitung zu hemmen.

Es muß hier gleichfalls berichtet werden, daß der Ingenieur Farcot zu Paris, mittels des Verfahrens von White, eine große Anzahl helikoidischer Verzahnungen angefertigt hat. Er gebraucht auch gegenwärtig noch eine Walzmaschine, um die einzelnen Gänge auszugleichen, welche dadurch, daß bei den vollendeten Rädern, bei noch so langem Gebrauche, kaum eine Abnutzung bemerkbar ist, die Verdienste von White's Systeme außer allen Zweifel setzt.

Obgleich allerdings bemerkt werden muß, daß die Konstruktion von White's Apparat nicht von der Art ist, um je allgemein bei den Mechanikern verbreitet zu werden, so hat derselbe durch die Bemühungen Breguet's und Boquillon's, die sich mit diesem Gegenstande mit Vortheil befaßt haben, so an Einfachheit gewonnen, daß er nun praktischer geworden ist.

In einem Memoire, welches veröffentlicht worden ist, sind mehrere Systeme dieses Apparates beschrieben und mit den erläuternden Zeichnungen versehen, die sämmtlich alle Bedingnisse erfüllen, welche man füglich an einen solchen stellen kann.

Um das Folgende gehörig zu verstehen, dürfte es genügen, den Unterschied der gewöhnlichen Verzahnung von der nach White's Erfindung gehörig aufzufassen Bei ersterer ist der Schnitt der Zähne parallel zur Achse des Rades, bei letzterer hingegen macht derselbe einen schiefen Winkel, so zwar, daß, wenn man sich ein solches Rad nach der Richtung der Achse verlängert denkt, man endlich eine stark steigende mehrgängige Schraube erhält, deren Anzahl der Gänge jener der Zähne gleich ist, welche man in das Rad eingeschnitten hat.

Der Neigungswinkel dieser Gänge kann innerhalb gewisser Grenzen ein beliebiger sein. White hat den von 15 Graden angenommen. Breguet und Boquillon haben denselben Winkel gewählt, und die Erfahrung zeigte, daß er dem Zwecke entsprechend sei.

In Betreff der Vorrichtung zur Anfertigung dieser besondern Art von Verzahnung haben Breguet und Boquillon zwei von einander abweichende Systeme in Ausführung gebracht.

Bei dem ersten Systeme ist das zu schneidende Rad nach der Richtung seiner Drehungsachse beweglich und erhält nur um diese eine geringe Rotation, während die Fräse oder der Grabstichel gleichzeitig eine mit der ebenerwähnten Achse parallele Bewegung erhält. Bei dem zweiten Systeme bleibt das schneidende Werkzeug fest, und das Rad erhält gleichzeitig eine schwach rotirende und eine mit der Achse parallele Bewegung.

Aus dem Gesagten erhellt, daß in dem Umfange dieser beiden Bewegungen die Elemente bei der Ausführung der helikoidischen Verzahnung liegen.

In Betreff des ersteren Systems haben Breguet und Boquillon folgendes Mittel in Anwendung gebracht: Sie nahmen ein gewöhnliches Räderschneide-

zeug und brachten hinter dem Gestelle, an welchem das Schneiderädchen sich befindet, einen horizontalen Arm an. An diesem wurden zwei Scheiben angebracht, die wir mit A und B bezeichnen wollen. Erstere hat genau den dreifachen Durchmesser von B.

Eine dünne Lamellenfeder ist mit dem einen Ende an dem Gestelle befestigt, welches das Schneideinstrument trägt, und mit dem andern mit der cylindrischen Oberfläche der Scheibe A. Eine zweite solche Lamelle umgiebt auf gleiche Weise die Scheibe B und eine dritte Scheibe C, die an der Achse der Theilscheiben aufgestellt ist. Die zweite Lamellenfeder ist mit der Scheibe B fest verbunden, und zwar durch eine Klemmschraube, so daß, wenn man diese lüftet, die Scheibe C an der Lamellenfeder fortgleiten kann. Diese letztere hat genau denselben Durchmesser, wie das zu schneidende Rad.

Aus dem Gesagten ist leicht begreiflich, daß, wenn man den Arm mit dem Schneideinstrumente abwärts bewegt, um einen Zahneinschnitt zu machen, derselbe an dem Umfange der Scheibe A dieselbe Raumbewegung veranlaßt, als er selbst macht, daß ferner die Scheibe B, deren Durchmesser, wie wir bereits oben bemerkt haben, drei mal kleiner, als der von A ist, daher der zweiten Lamelle und folglich auch der Scheibe C, an welcher diese befestigt ist, nur eine drei mal kleinere Bewegung mittheilen kann, als der oben erwähnte Arm unmittelbar erhält.

Es ist ferner ersichtlich, daß, wenn die cirkuläre Bewegung der Cylinderoberfläche, welche eingeschnitten werden soll, der vertikalen Bewegung des Schneidinstruments gleich ist, man eine Verzahnung erhält, die unter einem Winkel von 45 Graden geneigt ist. Da aber diese beiden Bewegungen sich wie 1 : 3 verhalten, so geht hervor, daß die Verzahnung nothwendig den oben erwähnten Winkel von 15 Graden erhalten muß.

Wenn ein Zahn auf die beschriebene Weise eingeschnitten ist, so öffnet man die Klemme und dreht die Theilscheibe um die erforderliche Zahndistanz, schließt

die Klemme wieder und verfährt im übrigen, wie bereits beschrieben wurde.

Das zweite System, wie es von Breguet und Boquillon ausgeführt wurde, besteht, wie wir schon angegeben haben, darin, daß das schneidende Instrument unbeweglich ist, während das zu schneidende Rad gleichzeitig eine geradlinige und eine drehende Bewegung erhält. Aus dem folgenden ergiebt sich, wie sie mittels einer Art von Kannelirungsmaschine ihre Aufgabe gelöst haben.

Auf einer Platte, die sich auf einer Gleitbahn der Maschine bewegen läßt, ist eine Art von Drehdocke befestigt, deren Achse an dem einen ihrer Endtheile das zu schneidende Rad und am andern eine Scheibe trägt, welche wir mit dem Buchstaben D bezeichnen wollen. Auf derselben Platte befindet sich noch parallel mit der Achse des zu schneidenden Rades eine zweite Achse, die in ihren Lagern drehbar ist. An letzteres ist an dem einen Ende eine Scheibe E, von gleicher Größe mit der Scheibe D, gesteckt und an das andere ein Kegelrad. Eine dritte auf erstere senkrechte Achse trägt gleichfalls ein Kegelrad, welches dem eben erwähnten gleich ist und mit demselben im Eingriffe steht. Es erhält gleichfalls eine Scheibe, deren Durchmesser dem des zu schneidenden Rades gleich ist. Eine Federlamelle, die mit einer Klemmschraube, wie bei dem ersteren Systeme versehen ist, vereinigt die Scheiben E und D. Eine zweite solche Feder, die mit dem einen ihrer Endtheile an einem fixen Punkte der Maschine befestigt ist, hat die zweite Befestigungsscheibe F.

Eine getheilte Scheibe oder ein bereits mit Zähnen versehenes Rad ist auf die Drehungsachse des zu schneidenden Rades gesteckt, um die Anzahl und Distanz der helikoidischen Zähne zu bestimmen, welche man einschneiden will.

Ein gußeiserner Rahmen, der den unbeweglichen Theilen der Maschine Festigkeit giebt, ist stellenweise offen, so daß man ungehindert zu der Stelle gelangen

kann, wo das zu schneidende Rad sich befindet. Er trägt an seinem obern Theile den Schneidestichel, mittels welchem die Zwischenräume je zweier helikoidischer Zähne ausgeschnitten werden.

Aus der Verbindung der eben beschriebenen Scheiben ergeben sich folgende Wirkungen: Wenn man nämlich die Theilscheibe in horizontaler Richtung geradlinig vorschiebt, um das zu schneidende Rad unter den Schneidestichel zu bringen, so wickelt sich die Metalllamelle von der Scheibe F ab und bewirkt an derselben eine Rotationsbewegung, die mittels der beiden Kegelräder und durch die beiden Scheiben E und D der Achse mitgetheilt wird, an welcher sich das zu schneidende Rad befindet. Es muß hier nochmals darauf aufmerksam gemacht werden, was bereits oben schon erinnert worden war, daß die Scheibe F stets so groß sein muß, als das zu schneidende Rad.

Wenn die Scheiben E und D gleichfalls unter sich gleich wären, so würde daraus hervorgehen, daß die der Scheibe F durch Abwindung der Lamelle mitgetheilte Bewegung ganz unverändert dem zu schneidenden Rade mitgetheilt würde, und eine Folge hiervon wäre, daß letzteres eine Rotationsbewegung erhielte, welche, linear genommen, der geradlinigen Verrückung gleich ist. Die Neigung des Zahnschnittes gegen die Radachse wäre daher dann 45 Grade.

Wenn ein Zahn vollkommen durchschnitten ist, löst man die Klemme und verschiebt die Theilscheibe um eine Zahnbreite, wie es bereits oben nach dem ersten Systeme beschrieben worden ist.

Die Kombinationen von Boquillon und Breguet, wie sie eben beschrieben worden sind, können ohne Zweifel einfach genannt werden. Ferner muß erwähnt werden, daß, mit Ausnahme eines gewissen Umfanges, der von der Größe der Maschine abhängig ist, Räder von jederlei Durchmesser geschnitten werden können, ohne daß man dabei Veränderungen mit den wesentlichen Theilen der Maschine vorzunehmen braucht,

und nur in seltenen Fällen wird man die Theilscheibe mit einer andern verwechseln müssen. Man braucht keine vorläufige Rechnung und keine graphische Operation vorzunehmen, indem nichts erforderlich ist, als den Durchmesser in der Maschine zu befestigen. Die Einfachheit dieser Operation ist für diese Sache von großer Wichtigkeit, denn nun ist es möglich, daß die helikoidische Verzahnung allgemeine Anwendung finden kann.

Anders ist es der Fall bei White's Systeme, denn nach diesem muß sich der Arbeiter vorläufig der mühsamen Arbeit unterziehen, von dem anzufertigenden Rade einen Grundriß zu entwerfen. Obgleich wir das weitere Verfahren hier übergehen, so kann doch bemerkt werden, daß die wirkliche Ausführung mit mehreren mißlichen Umständen verbunden ist. Obwohl dieselben eben nicht schwierig zu überwinden sind, waren sie doch hinlänglich, um die Praktiker von der Anwendung der helikoidischen Verzahnung fern zu halten.

Indem Breguet und Boquillon die Ausführung der helikoidischen Verzahnung so ausnehmend erleichtert haben, leisteten sie der Industrie in der That einen sehr wesentlichen Dienst. Sie haben sich mit diesem Gegenstande befaßt, nicht um Kabinetsstücke zu verfertigen; denn Callas berichtet am angeführten Orte, daß er Maschinen nach beiden Systemen in zwei verschiedenen Werkstätten bereits gesehen habe.

Die eine, welche nach dem ersten System eingerichtet ist, ward zur Anfertigung der Verzahnungen verwendet, welche bei dem von Arago angegebenen Apparate vorkommen, der zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichts bestimmt ist. Die zweite, nach dem andern Systeme eingerichtete, befindet sich in dem Atelier von Pichet. Callas, der sowohl diese Maschinen als auch ihre Leistungen gesehen hat, glaubt, daß man sich nun mit Grund der Hoffnung hingeben könne, die helikoidische Verzahnung werde nun nicht nur in der Uhr-

macherkunst, sondern auch überhaupt bei der Konstruktion er Maschinen eine verbreitetere Anwendung finden.

Neue Thurmuhr-Konstruktion von Hrn. Paul Hoffmann jun., Uhrmacher und Mechaniker in Brieg.

Wenn das Zeigerwerk einer Thurmuhr mit dem Gehwerke derselben so verbunden ist, daß bei jeder Schwingung des Pendels die Zeiger fortrücken, wie dieß fast bei allen Thurmuhren der Fall ist, so haben Wind und Wetter auf das Gehwerk einen großen Einfluß. Eine noch so richtig gebaute Thurmuhr muß unter solchen Umständen unrichtig gehen. Man beobachte ferner eine Thurmuhr, so findet man innerhalb 24 Stunden wiederum eine Unregelmäßigkeit, indem die Schwere des sich nach und nach abwickelnden Strickes die Kraft des Zuggewichtes vermehrt, wodurch die Uhr in den letzten Stunden vorgehen muß. Diese 2 Uebelstände zu beseitigen, hat man sich in letzterer Zeit besonders viel Mühe gegeben, und man erreichte auch den Zweck. Im ersteren Falle bediente man sich eines besondern Zeigerlaufwerkes, welches in gewissen Zeiträumen von dem Gehwerke ausgelöst wurde und die Zeiger in je 1 oder 2 Minuten auf diese Weise fortrückte. Im letztern Falle bediente man sich eines sogenannten Remontoirs, durch welches die Unregelmäßigkeit gehoben wurde. Eine Thurmuhr, mit solchem Zeigerlaufwerke und Remontoir versehen, ist aber sehr komplicirt, auch erhöht sich dadurch bedeutend der Preis einer Uhr. Herrn Hoffmann ist es gelungen, ein Gehwerk zu konstruiren, welches sich durch Einfachheit auszeichnet und billig herzustellen ist.

Fig. 160 giebt eine Vorderansicht desselben, Fig. 161 eine Seitenansicht und Fig. 162 die Verbindung des Zeigerlaufwerkes mit dem Remontoir.

Zwischen den Platten z, z, Fig. 161, des Hauptgestelles A befindet sich die Welle des darauf festsitzenden Bodenrades C, welches mit seinen schrägen Zähnen in die Gänge der Tangente g greift; der Sperrkegel x des Bodenrades C hält wiederum die sich um die Welle drehende Walze E mit dem daran befestigten Sperrrade D.

Vor dem Bodenrade C ist auf der Welle eine festsitzende große Schnurrolle E. Das Steigrad F geht zwischen der vordern Platte z und dem Kloben w; die Welle aber geht durch die vordere Platte z und bewegt den Zapfen in der hintern Platte. Zwischen der vordern Platte z und dem Kloben w bewegt sich auch die Welle mit den Lappen des Stiftenganges; der vordere Theil der Welle, an welchem die Gabel o befestigt ist, geht durch den Kloben w hindurch und läßt ihren Zapfen in einem zweiten Kloben v laufen. Der Windfang G bewegt sich in den beiden Armen n, Fig. 160, welche in der vordern Platte z angebracht sind. Das Steigrad hat 80 Stifte und erhält einen Anderthalb-Sekunden-Pendel in Bewegung, daher es auch in 2 Minuten einen Umgang macht; auf seiner Welle trägt es eine kleine Schnurrolle b, Fig. 162, die senkrecht unter der großen Rolle B befestigt ist. An der Walze E hängt das Hauptgewicht I, welches das eigentliche Zeigerlaufwerk in Bewegung setzt. Ueber die große Rolle B, die Steigradsrolle b und die beiden Gewichtsrollen r und s geht eine Schnur ohne Ende. An der Gewichtsrolle s hängt das Gewicht l, welches das Steigrad in Bewegung setzt. Das Gewicht k an der Rolle r ist nur ein Gegengewicht.

Das Bodenrad C des Zeigerlaufwerkes hat 60 Zähne, bewegt sich in 30 Minuten 1 mal herum und eben in derselben Zeit auch die große Rolle B; da nun das Steigrad in 2 Minuten einen Umgang macht, so geht auch natürlich die kleine Steigradsrolle b in ebenderselben Zeit 1 mal herum. Es ist nun hieraus zu ersehen, daß die Steigradsrolle b 15 mal kleiner sein

muß, als die große Rolle B, damit die Schnur sich eben so viel auf letztere aufwinde, als sie sich von ersterer abwindet. An dem Kloben der Gewichtsrolle s ist vermittelst eines Stiftes die Stange h befestigt, deren oberes, breites Ende c den Stift g des Windfanges hält und somit das Zeigerlaufwerk hemmt; sobald das Gewicht l mit der Stange h bis zur Linie tt gesunken ist, verläßt der Windfangstift g das obere Ende c der Stange h, und das Zeigerwerk bleibt in Bewegung, bis sich der Stift g wieder stützt.

Fängt nun das Pendel an zu schwingen, und das Steigrad ist $\frac{1}{2}$ mal herum, so ist eine Minute vorbei, und das Gewicht l ist bis zur Linie tt gesunken, mit demselben auch die Stange h, deren oberes Ende c bei der 60sten Sekunde den Windfangstift g verläßt; jetzt ist das Zeigerwerk frei und wird von dem Hauptgewichte I in Bewegung gesetzt. Da nun das Bodenrad C 60 Zähne hat und in $\frac{1}{2}$ Stunde sich 1 mal herumbewegt, so sind dem Windfange G in jeder Minute zwei Umgänge gestattet; bei dem zweiten Umgange aber ist das Gewicht l mit der Stange h von dem Gewicht I des Zeigerlaufwerkes wieder so viel gehoben, daß das obere Ende c der Stange h den Windfangstift g wieder stützt und somit das Zeigerwerk hemmt. Das Fortrücken der Zeiger geschieht auf eben beschriebene Weise von Minute zu Minute. Das Bodenrad C hat noch 2 Stifte zum Auslösen der Schlagwerke. Das Aufziehen des Zeigerlaufwerkes geschieht, um das Ganze noch zu vereinfachen, ohne Trieb- und Aufziehrad. Herr Hoffmann bedient sich eines Mechanismus, welchen man auch bei neueren Thurmuhren schon angewendet hat. Der verlängerte Zapfen der Bodenradswelle trägt ein konisches Rad von 30 Zähnen, welches in ein Rad von 60 Zähnen greift, von welchem letztern man nach Belieben auf 1, 2, 3 oder 4 Zifferblätter die Zeigereinrichtung trifft.

Eben beschriebenes Gehwerk hat vor allen anderen folgende Vorzüge:

a) Die Uhr geht während des Aufziehens fort.
b) Wind und Wetter haben auf die Uhr keinen Einfluß.
c) Unregelmäßigkeiten, welche durch das Herabsinken des Zuggewichts entstehen, sind durch das Remontoir gehoben.
d) Die Uhr braucht in Folge der einfachen Konstruktion äußerst wenig Zuggewicht, mithin findet keine so schnelle Abnutzung der Räder und Zapfen statt.
e) Remontoir, Zeigerlaufwerk und Gehwerk sind in einem Werke vereinigt, und dennoch ist durch die Zusammenstellung dieser 2 Werke das Ganze einfacher als jedes gewöhnliche Gehwerk.

Thurmuhren des Mechanikers Johann Mannhardt in München.

Die in Fig. 163 abgebildete Uhr ist in mehr als einer Hinsicht durch die darin angebrachten ebenso neuen, als originellen Verbesserungen merkwürdig. Der Verfertiger ist von dem sehr richtigen Grundsatze ausgegangen, daß, wenn eine Thurmuhr richtig gehen soll, man dieselbe, namentlich das Gehwerk, von allen äußeren und inneren Einflüssen, vor allem aber vom Temperaturwechsel und von der verschiedenartigen Einwirkung der Gewichte und der Reibungen unabhängig machen, außerdem aber die ganze Uhr so viel als möglich vereinfachen müsse. Deshalb ist bei der hier abgebildeten Uhr das Gehwerk durchaus selbständig und hat, gleichsam, wie der Direktor eines Geschäftes, sein eignes Bureau, welches wir in dem kleinen Glaskasten erblicken, der die Firma des Verfertigers trägt. Hier liegt das Steigrad mit einer sehr elegant konstruirten Stiftenhemmung, in welches der Pendel greift, dessen Stange aus trockenem, gut geöltem Tannenholze be-

steht, unten eine schwere Linse trägt und in zwei Federn hängt. Sehr zweckmäßig ist der Eingriff der Pendelstange oberhalb des Aufhängungspunktes des Perpendikels angebracht. Die Konstruktion der Hemmung ist so vollkommen, daß dieselbe sehr wenig Oel bedarf, also im Winter durch das Starrwerden des Oeles nicht aufgehalten wird. Um das Steigrad, mithin das Gehwerk, zu reguliren, befindet sich in dessen Welle eine Federtrommel, in welcher eine starke Uhrfeder so gespannt ist, daß sie das Gehwerk eine volle Minute treibt. Ist diese Minute verflossen, so wird das Zeigerwerk, welches auf unserer Abbildung in der Mitte liegt, vom Gehwerke ausgehoben und bewegt sich nun eine volle Minute vorwärts, und diese Bewegung wirkt zugleich auf das Gehwerk insofern zurück, daß dadurch dessen Feder wieder genugsam aufgezogen wird, um das letztere eine neue Minute zu treiben. Daß bei einer so geringen Spannung der verhältnißmäßig sehr langen Feder in der Dauer einer Minute keine Differenzen entstehen können, daß mithin der Gang der Uhr, bei welcher keine Schmiere, keine Reibung, keine Differenzen der Triebkraft und ein sehr schweres Pendel wirken, fast mit dem besten Chronometergange wetteifern muß, liegt am Tage, und dieß ist eine der vorzüglichsten Eigenschaften der Mannhardt'schen Uhren, an denen man, wie an der Uhr der Frauenkirche in München, das Gehwerk, weit von der Uhr entfernt, auf einen festen Unterbau aufstellen kann.

Das Trägerwerk wird also von dem Gehwerke von Minute zu Minute ausgehoben, doch geschieht dieses Ausheben bei der in Rede stehenden Uhr nur mittelbar, da der Verfertiger auf höchst geistreiche Weise das Laufgewicht des Gehwerkes gesperrt und den Betrieb des letztern dem Viertelschlagwerke, welches auf unserer Abbildung zur rechten liegt, aufgelassen hat. An der Welle des Steigrades, welches in 4 Minuten einen Umlauf macht, befindet sich ein Daumen, so daß in jeder Minute einer der Daumen einen Hebel auslöst, wodurch der

Windfang des Bodenrades vom Wirbelwerke frei wird, welches nun das Zeigerwerk um eine Minute fortbewegt. Ein Staffelwerk von 15 Zähnen hebt jede Minute den Hebel wieder ein, und bei der 15ten Minute wird das Schlagwerk ausgehoben, damit aber auch zugleich das Zeigerwerk ausgerückt, damit jenes seine gehörigen Umläufe machen könne. Dieses kann ohne Benachtheiligung der Richtigkeit des Ganges der Uhr geschehen, da das Trägerwerk ja allemal eine volle Minute steht und das Viertelwerk höchstens 4 Schläge macht, die kaum 12 Sekunden dauern, so daß, wenn das Zeigerwerk durch das Gehwerk nach Verlauf der Minute ausgehoben wird, es stets schon lange wieder in das Viertelwerk eingerückt ist. Vom Viertelschlagwerke aus wird das Stundenschlagwerk (auf unserer Abbildung links liegend) wie gewöhnlich beim 4ten Viertel ausgehoben, doch findet auch hier eine eigenthümliche Einrichtung statt: sobald nämlich die Stunde ausgeschlagen hat, macht das Schlagwerk eine Pause und schlägt dann die Stunde zum 2ten male auf einer anderen Glocke nach. Dieß geschieht folgendermaßen: sobald das Bodenrad so weit umgelaufen ist, daß die der Stunde zugehörigen Schläge gemacht sind, fällt ein Hebel ein, welcher einen Rechen (man erblickt ihn unterhalb in der Zeichnung) vorwärts treibt, an dessen Welle eine herzförmige Scheibe sich befindet, welche gegen die Drehpunkte der Stundenhämmer drückt und bei ihrem Umlaufe den ersten, welcher die Stunde ausgeschlagen hat, so viel vorwärts schiebt, daß der zweite unter die Hebenägel des Bodenrades kommen und die Stunde ebenfalls schlagen kann. Die Zeit, welche während dieser Verschiebung verfließt, bildet die Pause zwischen den beiden Stundenschlägen. Der Rückgang des Rechens, und somit die Rückstellung der beiden Stundenhämmer, findet im Laufe der folgenden Stunde nach und nach statt.

Die Leitstangen zum Räderwerke hinter den Trägern werden auf die beiden Spitzen, welche sich oben über dem kleinen Kasten des Gehwerkes zeigen, aufgesteckt,

und man kann die Uhr selbst so tief stellen, daß das Uhrgewicht nicht hoch zu steigen hat, und daß sie also dem einfliegenden Staub und überhaupt dem Temperaturwechsel nicht zu sehr ausgesetzt ist. Um die Uhr minutenweis richten zu können, sind besondere Vorrichtungen am Pendel angebracht, welche diese Arbeit, die indessen nur durch zufällige Umstände herbeigeführt werden kann, sehr erleichtern. Die Uhr ist mit einem Hülfsgewicht in der Art versehen, daß sie auch während des Aufziehens fortgeht. Dieses Hülfsgewicht wird beim Aufziehen mittels eines Hebels eingehängt; damit aber der Aufziehende das Einhängen nicht vergesse, befindet sich vor dem Wellzapfen des Viertelbodenrades ein Schieber, welcher nicht anders entfernt werden kann, als durch das Einhängen des Hülfsgewichtes.

Diese kurze Beschreibung wird eine Idee von der großen Zweckmäßigkeit der Anordnung der Mannhardt'schen Uhren geben, die mit solcher Eleganz und Genauigkeit gearbeitet sind, daß sie, während andere Uhren zum Betriebe mehrere 100 Pfund Gewicht brauchen, verhältnißmäßig sehr geringe Gewichte erfordern. Bei alledem sind die Uhren so dauerhaft und genau gebaut, daß eine Uhr, welche Mannhardt vor 24 Jahren gebaut hat, noch keiner Reparatur und Nachhülfe bedurfte, und die Frauenthurmuhr in München jetzt bereits über 10 Jahre ununterbrochen richtig geht.

Unterm 7. April des Jahres 1852 überreichte Herr Mechanikus Mannhardt dem Central-Verwaltungsausschusse des polytechnischen Vereins für das Königreich Baiern eine Beschreibung einer von ihm ganz neu konstruirten Thurmuhr nebst einer Darstellung des Standes sowohl der älteren, als der bisher bekannten Thurmuhren zur näheren Prüfung und Beurtheilung.

Die weiter oben beschriebene Thurmuhr, welche Herr Mannhardt im Jahre 1850 in der Industrieausstellung zu Leipzig aufgestellt hatte, und die von der dortigen Prüfungskommission mit der goldenen Medaille beehrt worden war, hatte er während des kurzen Zeit-

raumes von damals bis zum Jahre 1852 wieder bedeutend vereinfacht und vervollkommnet, so daß die Kommission des polytechnischen Vereines, aus sachkundigen Männern bestehend, sich veranlaßt sah, dieses nach eigenthümlicher Konstruktion erbaute mit den so erheblichen Vorzügen vor allen übrigen wo immer befindlichen Thurmuhren begabte Werk näher darzulegen.

1) Diese neue Uhr hat nur 2 Hauptwerke und 2 Gewichte zum Aufziehen, wovon das eine Werk die Viertel schlägt, die Zeiger treibt und das Gehwerk in jeder Minute aufzieht; das andere Werk dagegen die Stunden, und wenn es verlangt wird, nach einer Zwischenpause die Stunden nachschlägt.

2) Das Gehwerk, die Laufräder und Büchsen sind von Messing, die Zapfen und Getriebe von Stahl, und das ganze Werk dieser Uhr ist so angebracht, daß ohne Zerlegung des sehr kompendiös zusammengebauten Gestelles alle Theile einzeln und bequem herauszunehmen sind.

3) Besitzt das Gehwerk nur ein kleines Steigrad mit zwei Zapfen zum Einölen, wodurch dem schwerfälligen Gang, dem Stocken des Oeles und dem Wechsel der Temperatur möglichst ausgewichen ist.

4) Wird das Gehwerk mit der kleinsten und gleichmäßigsten Kraft getrieben, weil die Feder in jeder Minute aufgezogen wird.

5) Bewegt sich der Pendel nur in zwei Federn, wodurch die Ankerwelle, Zapfen und alle übrigen reibenden und einzuölenden Theile gänzlich wegfallen.

6) Ist die Einrichtung so getroffen, daß, wo es besonders darauf ankommt, wie z. B. bei Stadt- und Bahnhof-Normaluhren, sich der Pendel und das Steigrad außer dem Kasten noch unter einem Glasverdecke bewegt, wodurch das Oel die längste Zeit rein und gleich bleibt.

7) Die Pendelstange ist von einem eigens hierzu präparirten Holze, welches sich in seiner Länge beständig

gleich bleibt, was für den richtigen Pendelgang eine Hauptsache ist.

8) In den Schlagwerken sind die Laufwerke so eingerichtet, daß sich dieselben in ihren Funktionen gleich bleiben, wodurch das Verstellen der Windfänge, das Schwerer- oder Geringermachen der Gewichte ganz wegfällt, was bei den übrigen Thurmuhren bisher stattfand und zum Theil noch stattfindet.

9) Die Schlagwerke besitzen eine ganz eigenthümliche Art Hammerzüge, bei welchen eine gleichmäßige Hebung der Hämmer erzielt und ein scharfer Abfall erzweckt wird. Dadurch fallen außerdem alle Rollen, Reife, Schrauben, Muttern und ein mühsames Ausputzen weg.

10) Bei den Laufwerken sind die runden Getriebstecken, welche sich so schnell ausreiben und die Radzähne angreifen, entfernt, dagegen aber die Verzahnung so konstruirt und ausgeführt, wie es die Abwickelung des Eingriffes von selbst vorschreibt, wodurch ein sanfter Gang und die größte Dauer erzielt wird.

11) An dem Viertelschlagwerke, welches ohnehin einen geringeren Hammer zum Heben hat, ist das Treiben der Zeigerwerke und das minutenweise Aufziehen des Gehwerkes, wodurch ein drittes Laufwerk erspart wird, mit angebracht, und das Viertelschlagwerk löst sich bei jeder fünfzehnten Minute durch das Zeigergetriebe aus.

12) Die Anbringungsart dieser Uhren gestattet einen sehr kleinen festen Bau des Gestelles, wodurch es zulässig wird, dasselbe gleich von der Werkstätte aus in einem kleinen, zerleg- und verschließbaren Kasten aufzustellen, womit selbes auch überall viel leichter placirt werden kann; es ist sohin der Zutritt des Aufziehers, die Beibringung von Staub und das Auftrocknen des Oeles möglichst vermieden, und es werden außerdem noch der Rost zur Aufstellung der Uhr und die oft so theuren, viel Raum einnehmenden und doch wenig Schluß haltenden Breterverschläge in den Kirchthürmen

erspart. Es ist sehr einleuchtend, daß auf diese Art ein großer Theil des Ausputzens und Einschmierens von selbst wegfällt und die möglichste Reinhaltung erzielt ist.

13) Der Bau derselben gestattet, eine Vorrichtung anzuwenden, daß selbst von dem Unkundigen ohne Fehlgriff die Anwellen und Büchsen abgenommen, die Zapfen und Löcher gereinigt werden können, was besonders für Plätze, wo keine Uhrmacher sind, wichtig ist.

14) Erlauben diese Uhren vermöge ihrer vergrößerten Kraft vom Viertelschlaggewichte zum Zeigertreiben und der verstärkten zum Stundenschlage, daß selbe möglichst unten aufgestellt werden dürfen. Dadurch wird nicht nur die Bedienung außerordentlich erleichtert, sondern es werden dieselben der Nähe wegen öfters besucht, und deshalb schon wird der Platz der Uhr reinlicher gehalten. Das Schwanken der Thürme durch Geläute und Stürme, der Zugang von Gewittern und aller Unrath, der durch die großen Oeffnungen von oben freien Zutritt hat, ist von unten vermieden, weswegen die von Herrn Mannhardt in der Darstellung bezeichneten Mängel, welche auf den Gang und die Dauerhaftigkeit der Werke störend einwirken, größtentheils von selbst wegfallen.

15) Gehen und schlagen dieselben viel gleichmäßiger, und man kann vermöge der größeren Kraft und dadurch ausgeglichenen Störung bei jeder Witterungszeit und anderen Zufällen auf einen gesicherten Fortgang rechnen.

16) Kann der Pendel bequem regulirt und können die Zeiger rück- und vorwärts gerichtet werden.

17) Nach der Anordnung der Werke, daß solche in einem Kasten aufgestellt sind, gestattet die nöthige Kraft zum Zeigertreiben, daß auf Plätzen, wo schon alte Uhren gestanden sind, die älteren Zeigerwerke, Hämmer und anderes, wenn sie einigermaßen noch brauchbar sind, mit weniger Reparatur verwendet werden können, was die Kosten erleichtert. Deshalb können diese Uhren

auch von andern Uhrmachern, wenn sie schon mit Thurmuhren zu thun hatten, mittels einer Anleitung aufgestellt werden, was die eignen Reisekosten erspart.

Oben geschilderte Uhren sind für alle Größen von Glocken und Zifferblättern geeignet. Herr Mannhardt hat schon im Jahre 1850 ein Zeigerleitungswerk aus einem rohen Eisengestänge von 432 Fuß zur Probe in seinem Hause angerichtet und dasselbe mit Vortheil getrieben, um sich zu überzeugen daß diese Uhren für weit entfernte und etwas mehr Kraft erfordernde Zeigerwerke mit Vortheil zu verwenden sind. Diese Uhren sind endlich auch wegen ihres so kleinen Baues und geringen Gewichtes zur weitesten Versendung geeignet.

Herr Mannhardt hat somit nicht nur in allen Theilen ein ganz neues Werk hergestellt, sondern auch die in seiner Darstellung angeführten Mängel zu beseitigen gewußt, wodurch die Fabrikation der Thurmuhr nebst deren Aufstellung auf einen völlig anderen Standpunkt versetzt ist, welcher alle denkbaren Vortheile in Erbauung, Aufstellung und Bedienung jener Uhren gewährt und wirklich nichts mehr zu wünschen übrig läßt.

Man hat in den Ausstellungen sowohl in Leipzig als in London die Gelegenheit gehabt, sich von allen anderen Arten von großen Uhren zu überzeugen, daß weder eine so kompendiöse Ausführung der Werke, noch eine so schonende Aufstellung und Erleichterung der Bedienung angetroffen werden konnte. Sie haben weder einen so einfachen Gang, noch so zweckdienliche Hammerzüge, noch ein Gestell, das einen so kleinen Raum einnimmt, um an demselben die Lager und Büchsen bequem abnehmen und putzen zu können, ohne daß die Räder und Getriebe aus den Eingriffen kommen, und zugleich gestattet, dieselben wegen möglichster Reinhaltung und erleichterter Aufstellung in einem so kleinen verschließbaren Kasten anzubringen. Ebenso wenig wird bei denselben das Viertelschlagwerk zum Zeigertreiben und Aufziehen des Gehwerkes, durch welches ein drittes Laufwerk erspart wird, verwendet ꝛc.

Thurmuhren mit getrenntem Pendel.

Die Verbindung des Uhrwerks mit dem Pendel beeinträchtigt, wie bekannt, den richtigen Gang des Pendels. Durch die genauen Versuche des Konservators an der Münchner Sternwarte, Lamont, ist nachgewiesen, daß ein Pendel, welches frei genau Sekunden schwingt, mit einem gewöhnlichen Uhrwerk verbunden, des Tags um 3 Sekunden und noch mehr zurückbleibt, besonders wenn das Oel, womit das Werk eingeölt wird, sich einmal zu verdicken anfängt. Der Mechaniker Mannhardt in München, in neuester Zeit durch seine zur Londoner Weltausstellung gesandte Uhr mit vereinfachter Konstruktion rühmlichst bekannt geworden, hat diesem Uebelstand bei einer zweiten Uhr abzuhelfen gesucht, indem er das Steigrad gänzlich entfernt hat und nun das Pendel, von dem Uhrwerk frei, nur alle Minuten einen leichten Antrieb erhält, der das wieder ersetzt, was das Pendel während dieser Zeit an Ausschlag verloren hatte. Zwei Kommissionen, eine von der Akademie der Wissenschaften und eine von dem Centralverwaltungsausschusse des polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern, haben die Erfindung geprüft. Die letztere hat nach vielen Beobchtungen bestätigt gefunden, daß Mannhardt ein richtiges Problem auf die einfachste Art gelöst hat. Durch diese Vereinfachung können Thurmuhren jetzt auch viel billiger hergestellt werden. (Gewerbeblatt aus Württemberg 1862, Nr. 44.)

Robert's Hammer für Thurmuhrglocken.

Bei einer vorzüglich konstruirten Thurmuhr, welche der Genannte auf der Londoner Industrie-Ausstellung ausgestellt hatte, bestand der Hammer aus einem eisernen Stabe, welcher an dem einen Ende eine Kugel von Gutta-Percha, am anderen einen querdurchgesteckten Keil tragt.

Dieser Stab oder Hammerstiel kann sich an einem zweiarmigen Hebel, welcher auf einer Welle normal befestigt ist, in der Weise verschieben, daß, wenn die letztere sich dreht, die Kugel des Hammers, vermöge erlangter Centrifugalkraft, sich von der Drehachse zu entfernen strebt, also den Hammerstiel so weit mitnimmt, als es der vorgesteckte Keil gestattet. In diesem Augenblicke trifft die Kugel die Uhrschelle und zwar in senkrechter Richtung, worauf sie vermöge ihres eigenen Gewichtes fällt und der eiserne Stab seine vorige Lage wieder annimmt. Als Gegengewicht für den Hammer ist auf der Welle ein schwerer, kurzer Hebel angeschraubt. Durch diese Konstruktion wird ein Schlagen in kurzen Zeitintervallen bewirkt, die Unregelmäßigkeiten vermieden, welche der Windfang mit sich führt, und die Kraft gespart, um letzteren zu bewegen. (Amtlicher Bericht über die Londoner Ausstellung, Theil I, Seite 900.)

J. Blaylock's Zeigerwerk für Thurmuhren mit vier Zifferblättern.

Die Fig. 164 stellt im achten Theile der gewöhnlichen Größe ein Zeigerwerk dar, welches sich durch seine kompendiöse Anordnung auszeichnet. Die Einrichtung desselben bedarf keiner weiteren Erklärung. Es ist einleuchtend, daß in beiden Systemen von konischen Rädern das horizontale treibende Rad etwas kleiner sein muß, als jedes der vier getriebenen Räder an den Zeigerwellen, damit die letzteren Räder einander nicht behindern. In der Fig. 164 hat man das Verhältniß der Durchmesser der treibenden und getriebenen Räder = 6 : 5 gewählt. Wenn die Walzenwelle im Gehwerke, wie dieß meistentheils der Fall ist, gerade in einer Stunde eine Umdrehung vollendet, so kann jedes der Kegelräderpaare dazu benutzt werden, die Walzenwelle mit der stehenden Welle zu verbinden, indem stets das größere Rad des Räderpaares auf der stehenden Welle festgekeilt wird. Die 4 Minutenzeiger werden sich dann offenbar mit der-

selben Geschwindigkeit bewegen, als die Walzenwelle im Gehwerke, und wenn das Produkt der Quotienten aus der Zähnezahl des Rades B, getheilt durch die des Getriebes A und aus der Zähnezahl des Rades C, getheilt durch die des Getriebes D, gleich 12 ist, so ist klar, daß die Stundenzeiger sich ebenfalls mit der richtigen Geschwindigkeit bewegen.

Dorey's in Havre Beleuchtungsmethode der Zifferblätter von Thurmuhren.

Diese Methode, welche bereits in Frankreich mehrfach mit Nutzen angewendet worden ist, gründet sich darauf, daß ein Lichtstrahl durch geschliffenes Glas ohne wesentliche Aenderung hindurchgeht. Das von Dorey angewendete Zifferblatt besteht aus einem einzigen Stück weißen geschliffenen Glases. Die Zahlen und übrigen Zeichen sind mit weißer Farbe aufgezeichnet und matt geschliffen, um ihre Durchscheinendheit um so gleichförmiger zu machen. Der übrige Theil des Glases ist von aller Farbe frei. Die Zeiger bestehen aus weiß angestrichenem Glase, sind durchbrochen und, um der größern Festigkeit willen, mit Messingrändern eingefaßt.

Am Tage sieht das Zifferblatt schwarz aus und die Zeichen erscheinen weiß. Der schwarze Grund wird durch einen Vorhang aus Stoff von derselben Farbe hervorgebracht.

Der Beleuchtungsapparat befindet sich inwendig und besteht aus 4 Gasbrennern, welche ungefähr $1\frac{3}{4}$ Meter vom Zifferblatte entfernt sind und einige Centimeter tiefer liegen, als der unterste Punkt des Zifferblattes. Die 4 Brenner sind jeder mit einem parabolischen Reflektor umgeben, welche das Licht möglichst gleichförmig über die ganze Fläche des Zifferblattes vertheilen.

Hiernach ist leicht zu begreifen, daß, wenn das Gas angezündet ist, die weißen Zahlen, so wie die Zeiger,

hell erscheinen. Damit man ferner von außen nicht das Innere der Uhrkammer sehe, befestigt man über dem obern Theile des Zifferblattes einen schwarzen Vorhang, der nach hinten geneigt ist, indem er sich dem Beleuchtungsapparate nähert und einige Centimeter über und vor den Reflektoren endigt, so daß er gewissermaßen einen nach hinten sich verengenden Trichter bildet Um den dadurch gebildeten, von außen als schwarzer Grund erscheinenden Vorhang noch dunkler erscheinen zu lassen, bringt man an der Seite und oben 5 Reihen Koulissen von gleichfarbigem Stoff an. Damit die Zeigerwelle nicht sichtbar werde, umwindet man sie in hinreichend dichten Schraubengängen mit schwarzer Chenille.

Je größer das Zifferblatt ist, um so entfernter muß der Beleuchtungsapparat stehen, damit das Licht möglichst gleichförmig auf den obern und untern Theil des Zifferblattes vertheilt werde. — Da der Befestigungspunkt der Zeiger aus Metall besteht, so ist es nöthig, um einen günstigern Eindruck auf den Beschauer zu erzeugen, in der Mitte des Zifferblattes rings um jenen Punkt eine kleine, weiße, transparente Rosette anzugeben, die ebenso, wie die Zahlen, auszuführen ist und mit den Zeigern ein Ganzes auszumachen scheint. Unsere Quelle enthält eine Zeichnung eines solchen Zifferblattes nebst Lampen.

Georg White's in Jersey Beleuchtungsmethode von Thurmuhrzifferblättern.

Dieselbe besteht darin, daß sowohl an dem vordern Ende der Spindel des Stunden- als auch des Minutenzeigers messingene Gehäuse angebracht werden, welche inwendig entweder weiß angestrichen oder polirt sind und Licht in die hohlen Zeiger reflektiren. Macht man nun die Rückseite der Zeiger undurchsichtig, die vordere dagegen durchsichtig oder halbdurchsichtig, so erscheinen bei Nacht beide Zeiger als helle Linien auf dem dunkeln Zifferblatte, wenn man die erwähnten Kammern

erleuchtet, und man kann, selbst ohne die Zahlen des letztern zu sehen, aus der Stellung der beiden Zeiger auf die Zeit schließen. Daß die Reflektoren so befestigt werden müssen, daß sie die Zeiger nicht in ihrer Bewegung behindern, versteht sich von selbst.

So unvollkommen der beschriebene Apparat ist, so hat er doch den Vorzug, daß er weniger Kosten für Gas oder ein anderes Beleuchtungsmaterial verursacht, als wenn das ganze Zifferblatt erleuchtet wird.

Vorzügliche Thurmuhren auf der Londoner Ausstellung von 1851.

Der berühmte Uhrmacher Dent in London hatte eine 8 Tage gehende und Viertel schlagende Thurmuhr mit Kompensationspendel von 8 Fuß Länge und 2 Ctr. Gewicht im Mittelgange des Ausstellungsgebäudes aufgestellt. Das Pendel ist durch Zink kompensirt, die eiserne Pendelstange ist nämlich von einer Zinkröhre umschlossen. Alle Räder, bis auf das Steigrad, sind aus Gußeisen, letzteres von Messing, hat 4 Stifte und läuft in 2 Minuten 1 Mal um. Es wird von einer kleinen Spiralfeder getrieben (Feder-Remontoir), welche an einem Getriebe befestigt ist, das sich in derselben Richtung bewegt, als das Steigrad, und eins der Zapfenlöcher dieses letzteren trägt. Die Feder wird, so oft sich das Steigrad um 90° umgedreht hat, also alle halbe Minuten, um ¼ Windung durch das Uhrwerk aufgezogen. Das Zeigerwerk wird unmittelbar durch das Hauptrad bewegt; der Minutenzeiger geht sprungweise alle halbe Minuten fort. Die Uhr hatte 4 Zifferblätter von 7 Fuß Durchmesser. Die Zeiger können mittels Schrauben adjustirt werden; an der Uhr ist ein kleiner Zeiger innerhalb angebracht, welcher zum Reguliren dient. Die Zeiger sind außerhalb der Zifferblätter mit Gegengewichten versehen, indem, wenn die letztern innerhalb der erstern sich befinden, die Kraft des Windes gegen die

Zeiger nicht ausgeglichen wird. Ist das Gewicht eines Zeigers bedeutend und nicht ausgeglichen, so entsteht leicht ein loser Gang an der Zeigerwelle, wodurch ein Nachbleiben zwischen 12 und 6 Uhr und ein Voreilen zwischen 12 und 6 Uhr entsteht.

Vor dem Aufziehen muß das den Gang der Uhr unterhaltende Gewicht gehörig hoch gehoben worden sein, um die Uhr ungefähr 7 Minuten lang im Gange zu erhalten; ist sie aufgezogen, so kann dasselbe sogleich außer Thätigkeit gesetzt werden. Die Gewichte sind an Drahtseilen befestigt und erheischen ungefähr 40 Fuß Fall mit einer einfachen Rolle, die 1 Fuß Durchmesser hat. Die Viertel werden genau zur richtigen Zeit geschlagen, nur bei dem vierten Viertel beginnt das Schlagen eine halbe Minute vor der Zeit, während der Stundenhammer genau mit der vollen Stunde zu schlagen beginnt.

Das Werk zeichnet sich durch Solidität und Eleganz der Arbeit zu seinem Vortheile vor vielen anderen Thurmuhren aus, wie es aber auch nicht anders von einem Manne zu erwarten war, der einen so guten Ruf in England besitzt, wie Dent. Gegen die Zweckmäßigkeit einer Feder, um dem Pendel einen stets gleichen Impuls zu geben, kann jedoch mit Recht eingewendet werden, daß ihre Expansivkraft gar sehr von dem Wechsel der Temperatur abhängt, welchem gerade eine Thurmuhr in einem hohen Grade ausgesetzt ist.

Ein vorzügliches Werk hatte der bekannte Mechaniker Roberts in Manchester ausgestellt, ganz aus Eisen gearbeitet, die Räder möglichst ohne alle Nacharbeit, um die harte Gußhaut nicht zu zerstören; das Steigrad allein ist von Messing. Die Uhr hat nur 1 Gewicht, welches sowohl das Geh- als das Schlagwerk treibt, indem das Seil oder die Kette über Rollen geleitet ist. Das Kompensationspendel oder Remontoir, welches alle halbe Minuten das kleine Gewicht hebt, bedingen einen möglichst gleichmäßigen Gang; die Zeiger werden in Zeitabschnitten von 30 oder 60 Sekunden bewegt. Die Räder sind nicht mit den Wellen in einem Stücke, son-

dern auf letztere aufgekeilt, also verstellbar, die Zapfenlöcher nicht in dem eisernen Uhrgestelle, sondern in Laschen gebohrt, welche an das Gerüst angeschraubt werden. Letzteres bildet eine abgestumpfte Pyramide und nimmt sehr wenig Raum ein. Die Hemmung hat folgende Einrichtung; ein Aufhalter mit 2 Armen sitzt auf einer Welle, die ein Getriebe trägt, welches mit einem Rade auf der Achse des Steigrades im Eingriffe steht; es dreht sich daher die Welle des Aufhalters ein ½ Mal um, wenn ein Zahn der Hemmung losgelassen wird. Der Aufhalter wird durch einen Zahn gehalten, der an dem Ende eines vom Aufhängepunkte des Pendels herabhängenden Armes sich befindet; derselbe wird durch einen Stift bewegt, welchen das Pendel gegen das Ende der Schwingung vorschiebt, und löst dann den Aufhalter los, wenn das Pendel von der schiefen Fläche eines Zahnes an der Hemmung einen Impuls erhalten hat.

Der Hammer ist von den gewöhnlichen Einrichtungen verschieden konstruirt. Er besteht, wie wir schon weiter vorn bemerkten, aus einem eisernen Stabe, welcher an dem einen Ende eine Kugel von Guttapercha trägt, am andern einen quer durchgesteckten Keil; der Hammerstiel kann sich an einem zweiarmigen Hebel, welcher auf einer Welle normal befestigt ist, in der Weise verschieben, daß, wenn die letztere sich dreht, die Kugel des Hammers, vermöge erlangter Centrifugalkraft, sich von der Drehachse zu entfernen strebt, also den Hammerstiel so weit mitnimmt, als es der vorgesteckte Keil gestattet. In diesem Augenblicke trifft die Kugel die Uhrschelle und zwar in senkrechter Richtung, worauf sie, vermöge ihres eignen Gewichts, fällt und der eiserne Stab seine vorige Lage wieder annimmt. Als Gegengewicht für den Hammer ist auf der Welle ein schwerer, kurzer Hebel angeschraubt. Durch diese Konstruktion wird ein Schlagen in gleichen Zeitintervallen bewirkt, die Unregelmäßigkeiten vermieden, welche der Windfang mit sich führt, und die Kraft gespart, um letzteren zu bewegen. Die ganze Konstruktion giebt von dem erfin-

derischen Talente des Herrn Roberts ein rühmliches Zeugniß.

Aus Frankreich hatte Herr Wagner eine Mehrzahl höchst sorgfältig gearbeiteter Thurmuhren eingesendet, welche mit vollem Rechte den besten zugerechnet werden. Wagner, ein Deutscher, hat sich in Frankreich durch seine guten Arbeiten und sein reges Streben, Verbesserungen einzuführen, einen guten Namen erworben. Seine Leistungen haben auf den frühern Pariser Ausstellungen Anerkennung gefunden und sind mit goldenen Denkmünzen belohnt worden.

Die Uhren sind theils mit messingenen, theils mit eisernen Rädern versehen, mit Kompensationspendel und Remontoir. Bei der einen hat das Pendel oberhalb zwei gekrümmte Arme, einen auf jeder Seite, welche abwechselnd zwei kleine stählerne Hebel gleicher Länge, die sich an der Welle der Hemmung lose bewegen, heben. So wie der Hebel herabfällt, schlägt er auf den einen oder den andern gekrümmten Arm der horizontalen Welle der Hemmung und ertheilt dadurch der letzteren den nöthigen Impuls.

Eine andere Uhr hat einen Stiftengang und Paletten an dem Pendel; das Remontoir besteht in einem beschwerten Hebel, welcher, wenn er sinkt, einen Windfang auslöst, wodurch das stoßweise Aufsteigen des Gewichtes verhütet wird. Hierdurch wird ohne Zweifel den plötzlichen Sprüngen des Minutenzeigers vorgebeugt, welche z. B. bei Dent's Mechanismus stattfinden, und eine größere Gleichförmigkeit und Sicherheit der Bewegung erzielt. Eine endlose Schraube an der Welle des Windfanges und ein Getriebe mit schrägen Zähnen sind mit einem Rade in Eingriff, welches auf der Achse der Trommel sitzt. Diese Uhr hat nur wenige Räder und eine sehr einfache Konstruktion.

Ein anderes Werk mit Stiftenhemmung und Remontoir mit schrägen Zähnen. Letzteres wird durch dieselbe Bewegung des gehenden Werkes aufgezogen erhalten, durch einen Windflügel regulirt, auf welchen ein

Vorsprung, am kurzen Arme des Remontoir-Hebels befestigt, einwirkt. Durch diese Einrichtung wird die stete Bewegung des Pendels isochronisch erhalten, wodurch eine äquatoriale Bewegung erzeugt wird, welche z. B. zur Bewegung von Heliostaten erforderlich ist, überhaupt wo es auf eine gleichförmige Bewegung ankommt. An einem andern Werke befand sich ein Stiftengang-Remontoir und Pendel, wie vorher erwähnt. Die Paletten sind am Pendel befestigt; die Reibung der Stifte an den horizontalen Oberflächen der Paletten ist dadurch vermieden, daß letztere von Fortsätzen erfaßt werden, die von zwei Armen hervorstehen, welche sich um dasselbe Centrum, wie das Pendel, bewegen; auf diesen ruhen die Stifte so lange, bis sie den geneigten Flächen der Paletten übergeben werden. Dieß scheint eine wesentliche Verbesserung der Stiftenhemmung zu sein, welche Beachtung verdient.

Zum Schlusse erwähnen wir noch einer Thurmuhr mit Stiftenhemmung der Herrn Bailly-Compte und Sohn (Morez du Jura). Die letzte Welle des Werkes und die Steigradswelle liegen neben einander in einer Ebene und haben zwei ganz gleiche konische Räder, welche um den Durchmesser eines solchen aus einander stehen. Das Remontoir ist ein Hebel mit einem Gewichte nahe am Ende. Mit demselben ist ein Rad unter einem rechten Winkel in Verbindung, welches mit den beiden vorbemerkten im Eingriff steht. Auf diese Weise hebt das Gehwerk, welches periodisch frei gelassen wird, das Gewicht, welches bei seinem Herabsinken die Hemmung in Bewegung setzt. Kleine Abweichungen werden durch die Verlängerung und Verkürzung des Hebels in Folge von Temperatur-Veränderungen eintreten, sie werden aber auf den Gang der Uhr einen sehr geringen Einfluß ausüben und können leicht kompensirt werden. Es scheint daher diese Einrichtung des Remontoirs eine gelungene zu sein. (Aus dem amtlichen Berichte über die Erzeugnisse der Uhrmacherkunst auf der Londoner Ausstellung. Bd. I, S. 899.)

Verschiedene Verbesserungen an Thurmuhren.

1) Drehbare Walzen.

Eine Uhr, die ganz genau gehen soll, muß mit einer Vorrichtung versehen sein, durch welche sie im Gang erhalten wird, während man sie aufzieht. Bei den Hausuhren alter Art, welche man auf die Weise aufzog, daß man blos an einer der Schnuren zog, und bei welchen dieses Aufziehen sowohl auf das Gehwerk, als auf das Schlagwerk sich äußerte, wurde dieses Aufziehen mittels der sogenannten endlosen Kette von Huyghens bewerkstelligt, die aus einer Schnur oder einer Kette besteht, deren Enden mit einander vereinigt sind, und über zwei Rollen mit tiefen Auskehlungen und Spitzen in denselben laufen, so daß die Kette nicht gleiten kann. An einem von den beiden Bogen, welche von den obern Rollen herabhängen, befindet sich eine Leerrolle, ohne Spitzen, welche das Uhrgewicht trägt, und in dem andern ein kleines Gewicht, nur schwer genug, um eben die Kette an die oberen Rollen anzuziehen. Angenommen nun, eine dieser Rollen sitze auf der Welle des großen Rades des Schlagwerkes mit einem Sperrrade und Sperrkegel, und die andere Rolle sitze auf der Welle des großen Rades des Gehwerkes: so kann man alsdann (wenn die Uhr nicht schlägt) das Gewicht aufziehen, indem man denjenigen Theil der Schnur herabzieht, welcher von der andern Seite des Schlagwerkes niederhängt; und doch wird das Gewicht immer auf das Gehwerk wirken. Es würde ganz dasselbe sein, wenn man das Schlagwerk und seine Rolle mit einem Schlüssel, statt durch Ziehen an der Schnur, aufziehen wollte. Auch würde es dasselbe sein, sobald kein Schlagwerk vorhanden wäre, wenn man die zweite Rolle auf eine leere Welle setzen wollte, nur würde in diesem Falle das Gewicht noch einmal so viel Zeit zum Ablaufen brauchen, wenn man annimmt, daß das Schlagwerk in der Regel

dasselbe Gewicht, multiplicirt mit dem Herabsinken, als das Gehwerk erheischt.

Diese Art von drehbarer Walze ist aber offenbar nicht geeignet für eine feine astronomische Uhr, und Harrison's drehbares Sperrrad wird jetzt allgemeiner in solchen Uhren angewendet und auch in Chronometern und Taschenuhren, um die Wirkung des Räderwerkes auf die Hemmung während des Aufziehens zu unterhalten. Die Fig. 165 zeigt die Einrichtung dieses Gesperres. Der Sperrkegel des Sperrrades R sitzt auf einem andern größern Sperrrade, dessen Zähne die entgegengesetzte Richtung haben, und sein Sperrkegel R T sitzt am Uhrgehäuse. Dieses Sperrrad ist verbunden mit dem großen Rade durch eine Feder s s', welche gegen die beiden Stifte s im Sperrrade und s' im großen Rade drückt. Wenn man das Gewicht aufzieht (was ebensoviel ist, als wenn man es abnimmt), so verhindert der Sperrkegel T r, daß sich das Sperrrad rückwärts oder nach rechts drehe; und da die Feder s s' durch das Gewicht in einem Zustande der Sperrung erhalten wurde, welche dem Gewichte selbst äquivalent war, so wird sie das Rad auf eine kurze Strecke nach links treiben, wenn ihr Ende s mit derselben Kraft festgehalten wird, als wenn dieses Ende durch das Gewicht vorwärts geführt wird; und da das große Rad während der kurzen Zeit des Uhraufziehens sich nur sehr wenig zu bewegen hat, so wird die Feder die Uhr so lange im Gange erhalten.

Bei den gemeineren Arten der Thurmuhren wird ein einfacherer Apparat in Anwendung gebracht, welcher den Namen des Riegels und Schließers (bolt and shutter) führt, weil er aus einem schweren Hebel mit einem breiten Ende besteht, welches das Aufziehloch verschließt, bis man den Hebel verschiebt, und dann tritt ein am Hebel oder seiner Welle befestigter Federriegel in die Zähne eines der Räder, und das Gewicht des Hebels erhält das Räderwerk im Gange, bis der Riegel wieder von selbst aus den Zähnen getreten ist.

Dieser Federriegel wird manchmal so gemacht (und zwar von Großuhrmachern, die es besser wissen sollten), daß sie ihm die Gestalt eines Sperrkegels geben mit der Einrichtung, daß er bei einer Stellung der Radzähne nicht zwischen dieselben fällt, sondern gegen den obern Theil drückt und die Uhr zugleich hemmt. Bei der gewöhnlichen Konstruktion ist aber keine Vorkehrung getroffen, daß er stets hoch genug emporgehoben werde, um während der Zeit des Aufziehens zwischen den Radzähnen zu bleiben, wenn der Aufseher mit dem Aufziehen zaudert, oder ihn in den Stand zu setzen, außer Wirkung zu treten, wenn das Aufziehen verrichtet ist.

Für diesen Zweck empfiehlt Herr Denison, die Welle des Riegels und Schließers so zu machen, daß man sie in und außer Eingriff rücken kann; und statt daß der Schließer die Aufziehöffnung verdeckt, soll derselbe in einen kreisförmigen Bogen endigen, der gerade weit genug vortritt, um zu verhindern, daß der Schlüssel zum Aufziehen eingesetzt werde, indem er einen Ring versperrt, welcher auf das Ende des Rohres gesetzt ist. Um nun den Schlüssel auf das Aufzugsviereck setzen zu können, muß man den Hebel so hoch emporheben, daß der Bogen den Ring frei macht. Während der 2 oder 3 Minuten, die man zum Aufziehen der Uhr braucht, wird der Bogen wieder hinter den Ring herabtreten, so daß man nun den Schlüssel nicht wieder abnehmen kann, ohne auch die unterhaltende Kraft außer Gang zu bringen; so daß, wenn die Einrichtung so getroffen ist, daß die Uhr, wenn es sich nöthig macht, 10 Minuten im Gange bleibt, so wird sie doch niemals länger in Thätigkeit bleiben, als die wirkliche Zeit des Aufziehens.

Bei Uhren mit einem Räderaufzuge kann man sich kaum auf eine drehbare Federwalze verlassen; und deshalb wendete Herr Dent bei der Uhr der königlichen Börse einen selbstwirkenden Gewichtsaufzug an von der Erfindung des Herrn Airy; aber wegen der großen Kosten, welche die Ausführung desselben verursacht, ist er

niemals wieder angewendet worden; und wo es von Wichtigkeit ist (was bei einer großen Uhr selten der Fall sein kann), die Verdoppelung der Kraft für den Augenblick zu vermeiden, ehe das Aufziehen beginnt und nachdem es geschehen ist, da kann man einen selbstwirkenden Apparat von sehr einfacher Beschaffenheit anwenden, den Herr Denison für die große Westminster-Uhr erfand, weil eine so große Uhr ein unbequem schweres Riegel- und Schließwerk erfordern würde; wenn es auf diese Weise ausgeführt werden sollte.

An dieser Uhr hängt eine Stange schräg von der Welle des großen Rades und hinter demselben herab; und am untern Ende dieser Stange befindet sich der Zapfen der Welle des Getriebes zum Aufziehen und hat einen Sperrkegel, welcher in ein an der Hinterseite des großen Rades angebrachtes Sperrrad eingreift. Wenn man aufzuziehen anfängt, wird die Stange durch den Sperrkegel emporzugehen verhindert, und es bleibt zur Zeit dann sich gleich, ob der hintere Zapfen der Welle zum Aufziehen, oder die Stütze zum Drehen des Getriebes fürs Aufziehen im großen Rade sich selbst befände; und folglich wirkt das Aufziehen oder das Drehen der Walzen nach links mittels des Rades an ihrem Ende neben dem großen Rade darauf hin, das große Rad selbst nach rechts zu drehen, welches seine eigenthümliche Richtung ist. Die Kraft, welche auf dasselbe beim Aufziehen ausgeübt wird, ist in der That größer, als wenn es nicht aufgezogen wird, was indessen von keinem Belang ist; denn erfährt es beim Aufziehen größere Kraft, so kann man dasselbe kompensiren, indem man den Hebel bis zum Betrage der Differenz mit Gewicht belastet. Die Welle zum Aufziehen ist sehr lang, während das Uhrgestelle nicht weniger als 4½ Fuß breit ist, und deshalb ist ihre Winkelbewegung in dem vordern Zapfenloche während der Zeit des Aufziehens sehr gering. Sie läßt sich herausziehen, so daß man das Getriebe außer Eingriff mit dem Aufziehrade bringt.

2) Räderwerksaufzüge.

In dem Kapitel der Hemmungen sind die Ursachen der Fehler bei allen gewöhnlichen Hemmungen, wo das Pendel den Impuls vom Uhrräderwerke erhält, nämlich die Veränderung der Reibung wegen Schmutz, Mangel an frischem Oel, Verdickung des Oels in kalter Witterung und die Wirkung des Windes auf die Zeiger erwähnt worden. Man hatte längst eingesehen, daß alle diese Fehlerquellen, ausgenommen die Reibung der Paletten beseitigt werden können (das Problem der Gewichtshemmung als hoffnungslos angenommen, wie es sich durch zahlreiches Mißlingen dargestellt hatte), wenn man die Kraft des Hemmungsrades abhängig mache von einem kleinen Gewichte oder einer Feder, die in kurzen Zwischenräumen von dem großen Uhrgewichte und dem Räderwerke aufgezogen werden.

Dieses gewährt auch den Vortheil, dem kleinen Minutenzeiger in diesen Intervallen, nämlich von ½ Minute, wenn das Aufzugswerk abgelaufen ist, eine plötzliche und sichtbare Bewegung zu ertheilen, so daß man die Zeit von dem Minutenzeiger einer großen öffentlichen Uhr ebenso genau erfahren kann, als von dem Sekundenzeiger einer astronomischen Uhr; und außerdem läßt sich auch größere Genauigkeit in der Auslösung des Schlagwerkes erlangen. Der Versuch, den Vortheil einer konstanteren Kraft zu erlangen, wurde indessen schon vor vielen Jahren gemacht, ehe man noch auf den Gedanken kam, den Thurmuhren einen Gang verleihen zu können, welcher demjenigen astronomischer Uhren gleichkommt; und wir glauben, daß der Erste, welcher eine große Uhr mit einem Räderwerkaufzug konstruirte, der vorstorbene Thomas Reid, Uhrmacher zu Edinburgh, gewesen sei. Das Hemmungsrad wurde getrieben durch ein kleines Gewicht, welches an einer endlosen Kette, nach Huyghen's Einrichtung, hing, von welcher die eine Rolle an der Welle befestigt war und die andere auf der Welle saß,

sammt dem daran befestigten Getriebe; letzteres wurde: geführt und das Gewicht aufgewunden durch das darunter liegende Rad (welches wir das dritte Rad nennen wollen), in folgender Weise:

Angenommen, das Hemmungsrad drehe sich in einer Minute um, so hat die Welle desselben eine halb durchgeschnittene Kerbe an gegenüberliegenden Seiten, an zwei Stellen, die einander nahe liegen. Auf der Welle des dritten Rades, welches in 10 Minuten umläuft, wollen wir nun ein anderes Rad annehmen mit 20 Stiften, die aus seinem Rande vorragen, aber abwechselnd in zwei verschiedenen Ebenen, so daß die eine Reihenfolge von Stiften durch eine der Kerben in der Welle des Hemmungsrades und die andere Reihenfolge durch die andere Kerbe passiren kann. Wenn nun das Hemmungsrad einen halben Umlauf vollendet hat, so geht ein Stift durch, und das dritte Rad kann sich nun bewegen und mit ihm das ganze Räderwerk der Uhr, so wie auch die Zeiger, bis der nächste Stift der andern Reihenfolge von der Welle des Hemmungsrades ergriffen wird; zu derselben Zeit wird das Getriebe an dieser Welle halb herumgedreht, windet das Aufzugsgewicht auf, ohne jedoch den Druck desselben dem Hemmungsrade abzunehmen. Reid sagt, daß, so lange dieser Apparat in guter Ordnung erhalten wurde, die Uhr besser gegangen sei, als nachher, wo er entfernt worden war, weil er durch das beständige Schlagen der Stifte gegen die Welle in Unordnung gerathen war.

Die Uhr der Börse wurde nach demselben Principe konstruirt, nur wendete man, statt der endlosen Kette, ein inneres Rad an, mit Stiften an der Außenseite desselben, was bekanntlich eins der Mittel ist, durch welches einem Rade eine gelegentliche sekundäre Bewegung gegeben werden kann, ohne daß man seine primäre und regelmäßige Bewegung stört. Die nachstehende Einrichtung ist indessen eine weit einfachere eines Gewichtsräderaufzuges, die auch von den Franzosen angewendet wird:

Es sei E in Fig. 167 das Hemmungsrad, welches in 1 Minute umläuft, und e sein Getriebe, welches von dem Rade D geführt wird, welches ein Getriebe d hat, das von dem zweiten oder Mittelrade C geführt wird, von welchem wir annehmen können, daß es in 1 Stunde umläuft. Das Hemmungsrad und das Mittelrad haben folglich besondere Wellen, und ihre Zapfen laufen in einer Büchse, die irgendwo zwischen den Rädern befestigt ist. Die Zapfen des Rades D liegen in dem Gestelle A P, welches auf den Wellen des Mittelrades und des Hemmungsrades, oder auf einer andern kurzen Welle zwischen denselben sitzt. Das Mittelrad führt auch ein anderes Rad G und letzteres wiederum das Getriebe f auf der Welle, welche die beiden Arme f A, f B trägt; und auf derselben Welle sitzt ein Windfang mit einem Gesperre, wie dasjenige des Windfanges eines gewöhnlichen Schlagwerkes, und die Zahl der Zähne ist so eingerichtet, daß der Windfang in derselben Zeit, wie das Hemmungsrad, umläuft.

Die Enden der Aufzugsarme f A, f B sind im Stande, abwechselnd die Kerben zu passiren, welche halb durch die Welle des Hemmungsrades geschnitten sind, indem diese Kerben successiv in die geeignete Stellung nach dem Ende jeder halben Minute gelangen; und sobald dieses der Fall ist, hebt das Mittelrad das bewegliche Rad D und sein Gestell durch einen kleinen Winkel; demungeachtet aber drückt dieses Rad auf das Hemmungsrad, als ob es sich nicht bewege, indem der Berührungspunkt des Rades C und des Getriebes d den Stützpunkt oder den Mittelpunkt der Bewegung des Hebels A d B bilden. Es muß bemerkt werden, daß an den Aufzugsarmen f A, f B Federn aufgesetzt sind, um den Schlag gegen die Welle des Hemmungsrades zu mildern, indem es erwünscht ist, daß der Windfang nicht zu groß sei, um die Bewegung des Räderwerkes und folglich der Zeiger zu langsam zu machen, um sie bemerken zu können.

In allen französischen Uhren mit Aufzug, auf der großen Industrie-Ausstellung, war die Bewegung zu

langsam und folglich weniger leicht genau zu erkennen, als an der Westminster-Uhr, an den Uhren der königl. Börse und der Station Kings-Croß, an welchen das Springen der Zeiger alle halbe Minuten sehr deutlich ist. In den französischen Uhren wird auch der Windfang in der Regel durch eine Schraube ohne Ende ohne das Zwischenrad G in Bewegung gesetzt; aber bei einer Schraube ohne Ende findet ein enormer Verlust der Kraft durch Reibung statt, und folglich ist große Gefahr vorhanden, daß die Uhr entweder in der Kälte, oder weil es an Oel fehlt, stille steht.

Bei allen diesen Gewichtsaufzügen muß man indessen die Bemerkung gemacht haben, daß man nur die Reibung der schweren Theile des Räderwerkes und des Vorgeleges beseitigt, und daß das Hemmungsrad immer der Reibung der Aufzugsräder unterworfen ist, welche, obschon weit geringer, als die andere, doch noch immer ziemlich beträchtlich ist. Es sind deshalb häufig Versuche gemacht worden, das Hemmungsrad durch eine ähnliche Spiralfeder, wie im Federhause einer Taschenuhr, in Bewegung zu setzen. Einer dieser Versuche ist in der letzten Ausgabe der Encyclopaedia Britannica beschrieben worden; und vor einigen Jahren erfand Herr Airy eine andere Art, von welcher 2 oder 3 Exemplare durch Hrn. Dent gefertigt worden sind. Aber man fand, und das mußte man schon vorher sehen, daß diese Vorrichtungen alle fehlerhaft waren in der Art der Federbefestigung, und daß sie nur die Kosten der Uhr vermehrten, ohne einen entsprechenden Vortheil zu bringen; und die Folge davon war, daß Federaufzüge und Aufzüge im Allgemeinen endlich als eine bloße Täuschung betrachtet wurden. Es ist indessen jetzt vollkommen bewiesen, daß sie keineswegs eine Täuschung sind; denn durch eine sehr einfache Veränderung der früheren Pläne kann man einen Spiralfederaufzug so einrichten, daß er absolut ohne alle Reibung wirkt, mit Ausnahme derjenigen der Hemmungsradzapfen und der Auslösungsfedern A B in der letzten Figur. Die Uhr zu Meanwood, Fig. 166,

war die erste dieser Art; aber es wird sich nöthig machen, eine besondere Darstellung des Aufzugswerkes zu geben.

In Fig. 168 sind E, e, D, f, A und B dieselben Gegenstände, wie in Fig. 167, aber das Hemmungsradgetriebe e ist nicht mehr an der Welle befestigt, sitzt auch nicht mehr auf der Welle, wie es der Fall gewesen ist bei allen früheren Federaufzügen, indem dadurch wahrscheinlich mehr Reibung erzeugt wird, als man in andern Hinsichten ersparte, aber es läuft in einem Putzen k, welcher im Uhrgehäuse sitzt. An der vordern Seite des Getriebes sitzt eine Scheibe, deren einziger Zweck ist, einen Stift h zu tragen (und folglich kommt auf ihre Gestalt nichts an), und in die vordere Seite der Scheibe ist eine Büchse b, mit einem Loche durch dieselbe, gesetzt. Die Hälfte derselben nimmt das Ende des Putzens k ein, an welchem die Büchse mittels eines kleinen Stiftes befestigt ist; und die andere Hälfte bildet das Zapfenloch für die Hemmungsradwelle. Auf die Welle ist eine Aufzugsfeder s gesetzt (in der Regel wendet man eine mäßig starke Feder einer Spieldose an), deren äußeres Ende in eine Schlinge gebogen ist, um den Stift h aufzunehmen. Eigentlich sind zwei Stifte bei h, der eine ein wenig hinter dem andern, um zu verhüten, daß die Federwindungen einander berühren. Nun liegt es auf der Hand, daß die Feder zur Hälfte oder zum vierten Theil in den gehörigen Intervallen aufgezogen werden kann, ohne dem Hemmungsrade die Kraft zu nehmen und auch ohne dasselbe durch irgend eine Reibung zu afficiren.

Wenn das Hemmungsrad in einer Minute umläuft, so kann die Auslösung verrichtet werden, wie zuvor beschrieben, durch ein paar Kerben in der Welle des Hemmungsrades, durch welche die Stifte A B in Fig. 167 abwechselnd passiren. Aber bei Uhren mit nur 3 Rädern im Werke thut man am besten, das Hemmungsrad in 2 Minuten seinen Umlauf vollenden zu lassen, aber alsdann hat man 4 Kerben und 4 Aufzugsarme nöthig, und der Windfang wird nur $\frac{1}{4}$ Umdrehung machen. Deshalb traf nun Herr Denison, welcher diesen Auf-

zug erfand, die folgende Vorkehrung, um die Reibung des Auslösungswerkes zu vermindern:

Das Windfanggetriebe f hat nur halb so viel Zähne, als das Hemmungsradgetriebe, indem es ein Laternengetriebe von 7 oder 8 Triebstöcken ist, während das andere 14 oder 16 wirkliche Zähne hat (und deshalb wird dasselbe Rad D beide angemessen führen, wie weiter unten gezeigt werden soll). Die Welle des Hemmungsrades endet in einem Cylinder von ungefähr $\frac{5}{8}$ Zoll Durchmesser mit 2 Kerben, rechtwinkelig in seine Seiten geschnitten, von denen die eine schmal und tief und die andere breit und flach ist, so daß ein langer und dünner Stift, wie B, nur durch die eine, und ein breiter und kurzer Stift A durch die andere passiren kann. Nun kann bei jedem Viertelumlauf des Hemmungsrades der Aufzugwindfang, an welchem die Stifte A B auf Federn sitzen, wie in Fig. 167, einen halben Umlauf machen. Auf seine Welle f ist mit einem Viereck Sperrrad und Sperrkegel gesetzt, wodurch man im Stande ist, die Feder bis zur erforderlichen Spannung zu adjustiren, um den gehörigen Ausschlag des Pendels zu erhalten. Der Windfang ist nicht (ausgenommen bei sehr großen Uhren) von den Auslösungsarmen getrennt, weil man keine Veranlassung dazu gefunden hat; aber der Schlag auf den Cylinder wird dadurch gemildert, daß der Windfang über eine Friktionsfeder passiren muß (was in dieser Figur nicht deutlich gezeigt werden konnte), gerade ehe er den Cylinder erreicht. Es entsteht allerdings ein beträchtliches Geräusch bei jeder Auslösung; dieses rührt aber großentheils von dem Rückfalle gegen den oberen Theil dieser Friktionsfeder her; und einige dieser Uhren sind jetzt seit dem Jahre 1849 im Gange, ohne daß ihnen aus dieser Ursache ein Nachtheil entstanden wäre, und ihre Leistung ist um so befriedigender, als diejenige der Gewichtsaufzüge, so daß Herr Dent neulich den Gewichtsaufzug der Uhr auf der königlichen Börse in einen Federaufzug umänderte, mit dem unmittelbaren Erfolg, daß das Uhrgewicht um den dritten Theil vermindet werden konnte.

Es verdient indessen bemerkt zu werden, daß selbst ein Federaufzug ein größeres Gewicht erheischt, als wenn dieselbe Uhr gar keinen Aufzug hätte; da aber nichts von dieser Zusatzkraft sich bis aufs Pendel fortpflanzt, so ist dieser Umstand von keinem Belang. Die Kraftveränderung der Aufzugfeder durch die Temperatur ist, da sie das Pendel nur durch Vermittelung der ruhenden Hemmung afficirt, bei weitem zu klein, um eine bemerkbare Wirkung hervorzubringen; auch hat man gefunden, daß die Uhren dieser Art mit einem kompensirten Pendel von 8 Fuß Länge und ungefähr 2 Ctr. Schwere nicht über eine Sekunde in einem Monate variiren, wenn die Paletten rein und gut geölt erhalten werden. Keine Thurmuhr ohne einen Räderaufzug oder eine Gewichtshemmung wird diesem Grade der Genauigkeit nur nahe kommen.

3) Noch einige andere Vervollkommnungen in der Konstruktion der Thurmuhren.

Die Einführung des obigen Aufzuges führte zu einer andern sehr wichtigen Veränderung in der Konstruktion großer Uhren. Bis jetzt hatte man es immer für nöthig gehalten, die Räder, um die Reibung so weit wie möglich zu vermindern, aus Messing oder Bronze zu machen und die Zähne derselben in einer Maschine zu schneiden. Die französischen Uhrmacher hatten zuerst gußeiserne Theile im Schlagwerke angewendet, und gußeiserne Räder wurden auch gelegentlich im Gangwerke geringerer Uhren der Wohlfeilheit halber angewendet. Vor der Uhr des Hrn. Dent im Jahre 1851, welche nach dem Berichte der Geschwornen in den letzten 10 Wochen der Ausstellung nur 3 Sekunden variirt, sind indessen gußeiserne Räder niemals in irgend einer Uhr, welche Ansprüche auf Genauigkeit machte, in England in Anwendung gekommen. Seit der Zeit sind alle in Dent's Fabrik konstruirten großen Uhren entweder mit diesem Aufzuge oder mit der weiter oben beschriebenen

dreischenkeligen Gewichtshemmung mit gußeisernen Rädern gemacht worden; und im Jahre 1852 wurde von dem königlichen Astronomen und Herrn Denison entschieden, die beide von dem Arbeitsbureau für die große Westmünster-Uhr zu Rathe gezogen wurden, die ursprüngliche Bedingung bronzener Räder für diese Uhr in gußeiserne umzuändern.

Einige Personen haben die Befürchtniß geäußert, daß die gußeisernen Räder rosten würden; aber nichts kann ungegründeter sein, denn sie werden immer mit Oelfarbe angestrichen, und die auf einander reibenden Oberflächen können auch geölt werden. Ein merkwürdiger Beweis, wie thöricht die Denunciationen der Uhrmacher in Betreff der gußeisernen Räder sind, ist denn auch auf der königlichen Börse geliefert worden. Wegen der schlechten Lüftung der Uhrkammer, verbunden mit den Wirkungen der Londoner Atmosphäre, waren einige dünne Theile der Messingarbeit so sehr zerfressen worden, daß sie erneuert werden mußten, und einige derselben wurden durch eiserne ersetzt. Alle polirten Theile aus Messing oder Eisen waren so rauh geworden, als ob sie niemals im Geringsten polirt gewesen wären; die einzigen Theile der Uhr, die von der feuchten und schlechten Luft nicht gelitten hatten, waren die aus mit Oelfarbe angestrichenem Eisen. Die Uhrkammer ist jetzt gelüftet worden, indem ein Luftzug dieselbe durchstreicht, und alles Eisenwerk, bis auf die Flächen, welche auf einander reiben, sind mit Oelfarbe angestrichen. Aber selbst an den günstigsten Oertlichkeiten verliert das Messing oder die Bronze ihre Oberfläche weit früher, als das Gußeisen einen frischen Anstrich bedarf.

Fig. 169 ist eine vordere Ansicht einer der großen Uhren des Hrn. Dent, welche Viertelstunden schlagen, mit allen Rädern auf dem großen horizontalen Bette, einer Gewichtshemmung und einem kompensirten Pendel. Diese Uhren werden in zwei Größen gemacht; nach der einen sind die großen Schlagräder von 18 Zoll und nach der andern von ungefähr 15 Zoll Durchmesser.

Das Schlagen wird durch Kammen bewerkstelligt, die in die großen Räder von $1\frac{1}{8}$ Zoll Dicke bei großen Uhren gesetzt werden, und die stark genug sind für eine Stundenglocke von 2 Tonnen Gewicht und für die entsprechenden Glocken zu den Vierteln.

Drahtseile werden angewendet, weil sie nicht allein länger dauern, wenn sie gut gefettet werden, sondern weil auch eine hinlängliche Zahl von Windungen auf einer Walze geht, die noch nicht halb so lang ist, als man sie für Hanfseile von derselben Stärke haben müßte, ohne daß sich die Touren über einander legen, was man sehr zweckmäßig womöglich vermeidet, obschon es bei Drahtseilen nicht so nachtheilig ist, als bei Hanfseilen. Auf diese Weise kann man die Schlagkammen auch immer auf dem großen Rade anbringen, statt auf dem zweiten Rade, wodurch man mehr an Reibung erspart, als Jemand sich vorstellt, der noch nicht das eine und das andere versucht hat. Bei der großen Westminster-Uhr hielt man es für besonders wichtig, das Schlagen von dem großen Rade verrichten zu lassen, sowohl die ganzen Stunden, als auch die Viertelstunden an 4 Glocken, indem 8 Räder für die Viertel gebraucht wurden, weil einige der Schläge auf dieselbe Glocke zu kurz nach einander wiederholt wurden, um hinlänglichen Fall für die Hammerhebel zu erlangen, ohne zwei abwechselnde Hämmer für jede Glocke nöthig zu haben. —

4) Denison's Hemmung.

Herr Denison verwandelte seine dreischenkelig ruhende Hemmung in die Gewichtshemmung, welche an der Westminster-Uhr angebracht ist und die wir jetzt beschreiben wollen.

Es muß bemerkt werden, daß in Fig. 170 die drei Zähne oder Schenkel nicht mehr gerade sind, wie bei seiner ruhenden Hemmung, sondern gebogen, so daß die Hebestifte und die Spitzen der Zähne abwechselnd auf den Radien eines Sechseckes liegen. Die Stifte sind

nicht mehr, wie früher, scharf, sondern ebene Stücken Messingdraht in das stahlerne Hemmungsrad eingenietet, in einer astronomischen Uhr ungefähr $\frac{1}{16}$ Zoll dick, und $\frac{1}{8}$ bei einer Thurmuhr. Die Stifte heben die Paletten, mittels der vorragenden Flächen A B, und die langen Zähne ruhen auf den Aufhaltungen D E, welche aufgeschraubte Stahlstücke sind, die man, nachdem sie adjustirt wurden, gehärtet hat. Die Spitzen der Zähne liegen ungefähr 6 Mal so weit vom Mittelpunkte, als die Stifte, und folglich ist ihr Druck auf die Aufhaltungen nicht ausreichend, um die Paletten aufzuhalten, wenn sie durch Zufall zu hoch emporgeworfen werden sollten; dadurch sind die Wirkungen des approximativen Ueberspringens verhindert; denn die Palette fällt augenblicklich wieder nieder und stützt sich gegen den Stift, welcher sich hob, bis das Pendel zurückkehrt und sie mit fortnimmt. Außerdem ist die Reibung bei der Auslösung dadurch ganz unmerklich gemacht.

Der Pendelschlag wird durch zwei Stellschrauben mit breiten und schwachen stählernen Köpfen regulirt, die in die Pendelstange gesetzt sind und von messingenen Gabelstiften unten an den Paletten festgehalten werden. An Thurmuhren, wo es an Raum nicht gebricht, sind keine Regulirungsschrauben angebracht, sondern die Gabelstifte sind excentrisch gemacht und können durch Schraubenmuttern, welche sie an den Paletten befestigen, regulirt werden. Bei den feinsten Uhren sind die Hebeflächen der Paletten mit Edelsteinen ausgelegt, so daß kein Oel erforderlich ist. Bei Thurmuhren hat man indessen einen schlagenden Beweis, daß die Hemmung hinlänglich unabhängig vom Oele sei; denn die erste dieser Uhren wurde für die Kathedralkirche zu Fredericton gefertigt (Herr Denison wurde dadurch veranlaßt, diese Hemmung zu erfinden, indem er den Versuch machen sollte, eine Uhr herzustellen, die erträglich richtig gehe und bei einer Kälte von 40° unter Null, welche Kälte dort im Winter vorkommt) und der Mann, welcher die Aufsicht über diese Uhr führt, berichtet, daß

er keine Veränderung des Schwingungsbogens während des letzten Winters bemerken konnte, selbst nicht, als das Oel so hart wie Talg gefroren war.

Aber wir haben noch nicht einer wesentlichen Einrichtung an dieser Hemmung Erwähnung gethan, nämlich des Windfanges, der auf der Welle des Hemmungsrades mit einer Reibungsfeder sitzt, gerade wie bei dem Windfange eines gewöhnlichen Schlagwerkes. Dieser ist es nun, welcher die Geschwindigkeit moderirt, gegen das Ueberspringen und die Beschädigung der Zähne sichert, wenn das Rad zufällig laufen sollte; die Bewegung von 60° bei jedem Pendelschlage ist ganz ausreichend, um den Windfang in Wirksamkeit zu versetzen. An Thurmuhren bekommt der Windfang 5 Zoll lange Windflügel, denen man $1\frac{1}{4}$ Zoll Breite giebt; bei Regulatoren oder astronomischen Uhren bekommen dieselben $1\frac{1}{2}$ Zoll Länge und $\frac{3}{4}$ Zoll Breite. Die Aufhaltung E, welche nach aufwärts gerichtet ist, muß ein wenig über dem Mittelpunkte des Hemmungsrades angebracht sein; denn wenn dieses nicht der Fall ist, so wirkt der Stoß leicht dahin, die Palette auszuheben und, wenn die Kraft sehr gesteigert ist, sie überspringen zu lassen; die andere Aufhaltung D kann in gleicher Linie mit dem Mittelpunkte angebracht sein. Die Entfernung der Stifte vom Mittelpunkte kann etwa $\frac{1}{36}$ der Entfernung dieses Mittelpunktes von den Wellen der Paletten betragen; und das Gewicht der Paletten muß von solcher Beschaffenheit sein, daß das Pendel keinen kleineren Bogen als von 2° und keinen größern als von $2\frac{1}{2}{}^{\circ}$ schwingt. Dadurch erhält man $\alpha = 3\,\gamma$ oder so ziemlich.

Bei Regulatoren hat man in der Regel die Entfernung der Mittelpunkte 6 Zoll weit gemacht (das Hemmungsrad brachte man nicht oben im Gehäuse, sondern nahe am Boden desselben an) und bei Thurmuhren 9 Zoll, ausgenommen bei der großen Westminster-Uhr, wo diese Entfernung, wegen der beträchtlichen Größe des Pendels, welches vor der Erfindung dieser Hemmung gemacht worden war, 12 Zoll beträgt. Denn

außer den anderen Vortheilen überhebt diese Hemmung auch der Nothwendigkeit eines langen und schweren Pendels, was sich in der Regel nothwendig macht, um die Veränderung der Kraft in der Hemmung zu überwinden; aber hier giebt es keine solche Veränderung, wenigstens keine, welche das Pendel erreichen kann. Es scheint indessen einen Einwand gegen diese Hemmung bei Uhren auf Sternwarten zu geben, nämlich den, daß der Pendelschlag sehr wenig Geräusch macht. Vielleicht könnte man denselben vernehmbarer machen, wenn man das Gewicht des Hemmungsrades vermehren wollte, so daß der Schlag gegen die Paletten schwerer würde. Ehe man diese Hemmung an der Westminster-Uhr anwendete, machte man einen Versuch damit auf der königlichen Sternwarte an einem gewöhnlichen Regulator, und Hr. Airy, der eben nicht zu Gunsten der Gewichtshemmungen eingenommen war, äußerte seine vollkommene Zufriedenheit mit ihrer Leistung, nachdem er mit ihr, seiner Beschreibung zufolge, einige sehr schwierige Versuche angestellt hatte. Mehrere Uhren dieser Art sind seit der Zeit von Herrn Dent und einigen andern Uhrmachern konstruirt worden, die Thurmuhren mit gußeisernen Rädern und die Regulatoren mit Getriebe von nur 8 und selbst 6 Triebstöcken; und man kann das Gewicht verdoppeln, ohne daß dadurch der Schwingungsbogen oder der Gang der Uhr verändert wird. Bemerkt muß nur noch werden, daß die Hemmung sehr leicht zu fertigen ist und weniger Feinheit erheischt, als eine gewöhnliche ruhende Hemmung; und da sie nicht patentirt ist, so kann sie von Jedermann gefertigt werden.

Neuntes Kapitel.

Die Aequations- oder Zeitgleichungsuhren.

Ihr Zweck war, gleich den Sonnenuhren, wahre Sonnenzeit statt der mittlern Sonnenzeit zu zeigen, welche, wie wir aus den astronomischen Jahrbüchern wissen, im November 16 Minuten hinter der Sonne bleibt, im Februar vor derselben 14 Minuten voraus ist und nur vier Mal im Jahre mit derselben genau übereinstimmt. Diese Uhren waren in England nie sehr gebräuchlich, dagegen waren in Paris selbst die öffentlichen Uhren bis zum Jahre 1826 mit einem Aequationswerke ausgestattet, um Sonnenzeit zu zeigen. Da aber das Princip dieser Maschinerie merkwürdig ist und für einige andere Zwecke benutzt werden kann, so wollen wir in Kürze die Einrichtung derselben angeben.

In Fig. 171 sei A a das Stundenrad des gewöhnlichen Vorgeleges, mit seiner Welle bis nach C verlängert und in entgegengesetzter Richtung mit derjenigen sich drehend, welche die Zeiger bekommen sollen. Der Minutenzeiger sitzt auf einer Röhre b des Rades B b, welches auf der Welle a C sitzt. Beides sind Kegelräder mit einer gleichen Anzahl von Zähnen, und sie sind verbunden durch ein Kegelgetriebe D von einer beliebigen

Anzahl von Zähnen. Dieses Getriebe sitzt am Ende einer Stange E d und diese wiederum rechtwinkelig auf der Welle a C. So lange nun das Ende D der Stange E D festgehalten wird, wird das Rad B, welches den Zeiger trägt, genau in einer Stunde, gleich dem Rade A, nur in entgegengesetzter Richtung, umlaufen. Aber wenn wir, während A gleichförmig mit dem Räderwerke der Uhr sich bewegt, die Stange E D mit ihrem Getriebe bewegen, so kommt offenbar noch eine andere Bewegung zu B hinzu, außer derjenigen, die es von A erhält. Wenn wir E D durch a in derselben Richtung bewegen, in welcher sich B von Natur bewegt, so ertheilen wir B eine Zuschußbewegung von 2 a; und wenn wir die Stange oder Spindel in der andern Richtung bewegen, so wird die Bewegung von B um denselben Winkel 2 a vermindert. Wenn man nun das Ende der Stange auf der Kante einer Platte von der Gestalt, wie in Q q gezeigt ist, die sich in einem Jahre um einen Mittelpunkt O dreht, sich bewegen läßt, so wird das Zeigerrad beständig beschleunigt oder retardirt von Seiten des andern Rades werden, je nachdem der Punkt der Platte, der sich in Berührung mit D befindet, in entfernterem oder näherem Abstande von seinem Mittelpunkte O sich befindet, als es durchschnittlich der Fall ist.

Die Aequationsplatte befindet sich aber eigentlich nicht in der Lage, wie sie hier gezeichnet worden, um ihre Gestalt erkennen zu lassen, sondern in einer Ebene parallel zu den Rädern A B und wird geführt von einem langsam gehenden Räderwerk, oder von einer Schraube ohne Ende der Welle a. Es bleibt sich ganz gleich, wenn wir statt der Kegelräder ein gewöhnliches Getriebe zwischen ein gewöhnliches Kammrad auf der Welle a und ein inneres Rad (d. h. ein Rad mit Zähnen an der Innenseite seines Randes) an die Stelle von B bringen; nur werden sich in diesem Falle die beiden Räder mit verschiedenen Geschwindigkeiten im Verhältniß zur Zahl ihrer Zähne bewegen. Das Getriebe zwischen denselben sitzt in einem Putzen in der

Seite der Spindel, die mit dem einen Ende in der Hauptwelle sitzt und mit dem andern Ende in die Aequationsplatte, wie vorher, eingreift. Man könnte auch den Zweck ohne Kegelräder oder innere Räder erreichen und zwar vermittelst einer Anordnung, welche bei den Räderaufzügen vorkommt. Prof. Willis giebt in seinen Principles of Mechanism allen diesen Anordnungen, um einem Rade eine sekundäre Bewegung zu verleihen, ohne die primäre Bewegung zu stören, die es vom Haupträderwerke erhält, den Namen encyklisches Räderwerk.

Zehntes Kapitel.

Beschreibung der modernen Stutz- oder Zimmeruhren *).

Die bewegende Kraft der Stutzuhr wird in der Regel erzeugt durch eine Feder in einem gezahnten Federhause, und zur Hemmung nimmt man meistentheils die Ankerhemmung oder den Stiftengang.

Das Schlagwerk der jetzigen Stutzuhr bietet auch einige Differenzen in der Zahl der Räder und in der Anordnung der Vorfälle dar; aber das Schloßrad oder die Schloßscheibe, diese uralte Erfindung, ist noch bei den meisten neueren Konstruktionen beibehalten, nur daß dieses Stück viereckig außerhalb der Uhrplatte auf die Verlängerung des Zapfens des großen Schlagwerkrades aufgezogen ist und sich zugleich mit diesem Rade dreht, statt, wie sonst, durch den Eingriff eines Schloßrades und eines äußern Getriebes geführt zu werden. Man hat auch manchmal diesem Mittel dasjenige eines gezahnten Rechens und einer Stundenstaffel substituirt. Diese Methode, welche wir in der Folge erklären wol-

*) Moinet, Traité d'horlogerie. Part. I, chap. 2.

len, kann einfache Mittel für eine Art Repetition, obschon immer auf Kosten der Dauer oder des Zuges der Feder, darbieten, und gewährt zugleich den Vortheil, daß das Schlagwerk nicht falsch schlägt, wenn der Minutenzeiger rückwärts gestellt wird. Andererseits finden indessen einzelne Künstler größere Sicherheit in der alten Anwendung des Schloßrades, und wir überlassen dieß der Prüfung und der Wahl Derer, die im Stande sind, darüber zu entscheiden.

Bei der Stutzuhr, welche jetzt näher von uns beschrieben werden soll, sind die Räder zwischen zwei runden Böden oder Platten, wie bei den gewöhnlichen Taschenuhren, die Jedermann kennt, vertheilt, weil sich auf diese Weise die ganze Stutzuhr mit einer Art von Trommel umgeben läßt, durch welche das Gehwerk besser, als durch ein gewöhnliches Gehäuse vor Staub geschützt wird. Die Dimensionen, welche wir für eine solche Stutzuhr annehmen, sind folgende:

Der Durchmesser der Böden $3\frac{1}{4}$ Zoll.
Die Länge des Pendels . . $7\frac{1}{2}$ „

Ein solches Pendel macht in der Stunde etwa 8000 Schwingungen.

Was man in einer Stutzuhr ganz eigentlich das Gehwerk nennt, ist gerade derjenige Theil, welcher die Zeit mißt, die Zahl der Schwingungen zählt und die Wirkung des Schlagwerkes regulirt. Es besteht aus einem Federhause I, bezeichnet mit der Zahl 80′, welche die Zahl der Zähne angiebt. Man sieht das Federhaus, Fig. 172, auf der runden Scheibe C D E F G H im Grundrisse. Dieses Federhaus greift in das Getriebe von 12 Zähnen oder Triebstöcken des Rades 75. Dasselbe Federhaus ist in Fig. 176 A C d d e e im Profil dargestellt und ebenfalls mit 80′ bezeichnet. Alle Räder, in Fig. 172 im Grundrisse dargestellt, findet man in Fig. 176 im Profil angegeben und mit denselben Zahlen bezeichnet, welche die Zahl der Zähne aus-

drücken, nur mit dem Unterschiede, daß die Räder des Gangwerkes und des Schlagwerkes, welche in Fig. 172 eine solche Anordnung haben, daß dieselbe im Nothfalle als Kaliber dienen könnte, in Fig. 176 in einer geraden Linie aufgestellt und durch den mittleren Pfeiler in zwei Theile getheilt sind, um die Maße der Höhen im Gehäuse, die Elevation der Räder und Getriebe in dieser Richtung, die Länge der Achsenstücke u. s. w. zu erleichtern. Es folgt daraus, daß die Uhrplatten, welche in Fig. 176 ebenfalls im Profil dargestellt sind und blos nach ihrer Dicke, für diese falsche Anordnung in gerader Linie, eine erforderliche Länge haben erhalten müssen, während der wirkliche Grundriß der Fig. 172 den eigentlichen Durchmesser angiebt, der nur etwa $\frac{2}{5}$ der in Fig. 176 angenommenen Länge beträgt.

Das Federhaus A C dieser Fig. 176 ist hier im Durchschnitte dargestellt, um das Innere, wie auch die Formen und Verhältnisse der Welle, der Zapfen der Unterlagen und Putzen und der Zarge bemerken zu lassen, welche den Rand des Deckels d d festhält, ferner die Dicke der Zwinge in e e, endlich die Lage des Hakens der Welle in A. Man bemerkt in C B den viereckigen Theil des Zapfens, der mit dem Zifferblatte in gleicher Höhe abgeschnitten werden muß und auf welchen der Schlüssel für den Zweck des Aufziehens gesetzt wird. Die Feder wird aufgezogen erhalten durch das Gesperre des Sperrrades 26 und 26′, welches auf diese Zahl von Zähnen oder auch auf 24 Zähne geschnitten ist, viereckig auf der Welle sitzt und von dem Sperrkegel o, der beständig von der Feder p oder q in die Zähne gedrückt wird, festgehalten wird. Dieses Sperrrad wird durch den Steg D oder E an seiner Stelle erhalten. Man sieht dieß Alles im Grundrisse, Fig. 174, und im Aufrisse, Fig. 176, in 26, 26′ und o.

Das Zeitrad (la roue de temps) von 75 Zähnen greift in ein Getriebe von 8 Zähnen des großen Bodenrades von 84 Zähnen, dessen sehr verlängerte Welle bis über das Zifferblatt tritt und über der oberen oder

Klobenplatte ein Rad von 33 Zähnen trägt, welches auf ein Rohr genietet ist, das sich ebenfalls bis nach s, Fig. 176, erhebt. Dieses Rohr nebst Rad, welche auch unter dem Namen der Chaussée bekannt sind, sitzt mit einiger Reibung auf der Spindel 8 u x, und nachdem das Rohr in s viereckig gestaltet worden, nimmt es hier den Minutenweiser auf. Das Chausséerad von 33 Zähnen steht über der Klobenplatte mit einem zweiten Rade von 33′ Zähnen im Eingriffe. Beide Räder haben gleichviel Zähne, können auch 32 und mehr Zähne haben, aber niemals weniger; es genügt, daß die Zahl ihrer Zähne gleich sei, wie auch ihre respektiven Umdrehungen; das Rad 33′, dessen Achse sehr kurz ist, dreht sich zwischen der Uhrplatte und dem Steg F, Figur 174, oder 33′ und 7, Fig. 176, wo die Löcher seiner Zapfen sind, und trägt oben einen Siebenertrieb, welcher das Stundenrad r von 84 Zähnen führt, welches ganz frei auf der Chaussée umläuft; das in q verlängerte Rohr des Rades r nimmt mit elastischer Reibung ein gespaltenes Rohr auf, welches am Stundenweiser befestigt ist, der auf diese Weise unter dem Minutenweiser liegt und sich zunächst über dem Zifferblatte bewegt. Diese Stücke bilden das sogenannte Vorgelege. Wenn nun das große Bodenrad stündlich eine Umdrehung macht, so werden die beiden Räder 33 und 33′ auch jedes in derselben Zeit einen Umlauf vollenden, weil sie gleiche Zähnezahl besitzen (gewöhnlich nur 32) und weil der Siebenertrieb, der in einer Stunde umläuft, nur 7 Zähne am Stundenrade oder $\frac{84}{12} = 7$ passirt.

Bei einem Umgange der Chaussée und des großen Bodenrades, oder nach Verlauf einer Stunde, wird der Stundenzeiger nur den zwölften Theil der Peripherie des Zifferblattes durchlaufen haben, und es bedarf deshalb 12 Umgänge des großen Bodenrades und seiner Chaussée, damit das Rad von 84 Zähnen einen ganzen Umlauf des Zeigers auf dem Zifferblatte bewirke.

Man begreift auch, daß der Minutenzeiger, welcher, gleich der Chaussée, die ihn trägt, einen Umlauf in einer Stunde macht, während dieser Zeit die 60 Minuten durchlaufe, in welche sein besonderer Kreis eingetheilt ist, und daß er also 12 Umgänge machen und 720 Minuten auf einem ganzen Umgang des Stundenweisers oder für die 12 Stunden des Zifferblattes machen müsse. Dieser besondere Theil des Räderwerkes, welcher in den Uhren vorhanden, nur anders beziffert ist, ebenso auch in den Stutzuhren, und immer 12 Umgänge des Minutenweisers auf 1 Umgang des Stundenweisers herbeiführt, ist unter dem Namen „das Vorgelege" bekannt, und in Fig. 174 im Grundrisse zu sehen; hier ist nämlich die äußere Seite der Pfeilerplatte A t u v x zu sehen; die vier letzteren Buchstaben bezeichnen auch die mit Punkten angegebene Vernietung der Pfeiler des Gehäuses. Diese Seite der Platte wird vom Zifferblatte bedeckt, und letzteres in hinlänglichem Abstande von der Platte erhalten, so daß hinlänglicher Raum und freie Bewegung für die Räder des Vorgeleges bleibt, die mit einer andern dünnen Platte von größerem Durchmesser bedeckt werden, welche drei kurze Füße hat, die auf der Platte des Gangwerkes mittels innerer Vorsteckstifte befestigt werden. Diese dünnere Platte und das darauf sitzende Zifferblatt sind hier nicht angegeben, auch die 3 Löcher für seine Füße nicht bezeichnet worden.

Das Minutenrad von 84 Zähnen, Fig. 176, ist fast gänzlich mit Punktirung angegeben, weil es unter den beiden Federhäusern und andern Rädern liegt; aber man sieht, daß es mit dem Siebenertrieb in Eingriff steht, der auch unter dem Rade 70 über dem Mittelpunkte der Platte punktirt angegeben ist und auf der Achse desselben Rades sitzt, welches den Siebenertrieb des Rades 34, des sogenannten Hemmungsrades führt. Die Zähne des Hemmungsrades bewirken mit dem Anker D die Hemmung. Man nennt diesen Anker den von halber Ruhe, weil bei den Schwingungen des

Pendels, welche durch den Anker mittels der Gabel wiederholt werden, das dreieckige Ende des Ankers einen Rückfall erzeugt, indem es den Zahn des Rades zurückgehen läßt, wenn es während einer Schwingung zwischen seine Zähne eindringt, während das andere Ende des Ankers, welches seinerseits bei der zweiten Schwingung eindringt, der Spitze des Zahnes nur eine Kurve entgegensetzt, welche mit der Bewegungsmasse des Ankers koncentrisch ist, ohne diesen Zahn zurücktreten zu lassen, und ihn in Ruhe erhält, während einer Schwingung, binnen welcher das Pendel zwei Schwingungen ausführt. Eine andere Art des Ankers, die in Fig. 177 dargestellt ist, erzeugt zwei augenblickliche Ruhen auf dem Rade, nämlich bei jeder Schwingung eine Ruhe, und man nennt ihn deshalb die ruhende Ankerhemmung.

Der Anker D, Fig. 172 und 176, ist viereckig auf eine Welle gesetzt und kommunicirt mit dem Pendel v S, welches man in horizontaler Lage unter der Fig. 176 bemerkt, mittels der Gabel D′ t, welche in D auf dem Ende der Achse D′ D sitzt. Der Zapfen dieser Seite der Achse tritt in ein Loch des Steges D′ f der Fig. 176 und der Fig. 173, wo a x die punktirte Zwinge der Gabel anzeigt, die fest an diesem Ende der Achse befestigt ist, sobald die Hemmung einmal hergestellt ist. Die Gabel ist gekröpft an diesem Stege, welcher auf der hintern Platte durch seinen Fuß und eine starke Schraube f g, Fig. 173, festgehalten wird. Die gewöhnlichen Dimensionen unserer Tafel haben es nothwendig gemacht, die Fig. 176 horizontal darzustellen, aber es liegt auf der Hand, daß ihre natürliche Lage vertikal sei, damit das Pendel mittels seines Hakens an dem seidenen Faden v, welcher von der Spindel a′ getragen wird, die für diesen Zweck mit 2 Löchern durchbohrt ist, frei aufgehangen werden könne. Oben aus einem dieser Löcher läuft der seidene Faden schräg an der Seite ab, um sich auf die Spindel des Knopfes r, Fig. 173, zu wickeln. Diese Spindel, welche den erwähnten Knopf hinlänglich

entfernt von der Platte trägt, ist am andern Ende mit einer messingenen Zwinge versehen, welche federnd und mit sanfter Reibung unter eine elastische Messingplatte f, Fig. 176 und 173, und zwischen diese Platte und die Uhrplatte geschoben ist. Die Platte wird von dem Schraubenkopfe des Steges D′ ergriffen und angedrückt, so daß die Reibung der Spindel des Knopfes r, Fig. 173, dazu dient, den seidenen Faden v festzuhalten, und das Dreieck, welches er bildet, mehr oder weniger spitzig zu machen. Dieses Mittel der Regulirung bestimmt die totale Länge des Pendels, welche von seiner Aufhängungsachse unmittelbar unter der Spindel a′ bis zum Mittelpunkte der Linse, oder etwas weniges darüber, gerechnet wird. Häufig wendet man auch jetzt die Aufhängung mittels zweier Federn an; sie erheischt eine schwere Linse, die dann besser regulirt.

Das Pendel, welches hier ein einfacher Draht sein soll und häufig nur aus Eisen besteht, trägt in der Höhe von t ein Stück Messing von viereckiger Gestalt, welches durch die Oeffnung der in t, Fig. 176, rechtwinkelig gebogenen Gabel geht. Man sieht diese Oeffnung in Figur 178 im Grundriß. Der untere Theil der Pendelstange trägt eine Linse, welche in Fig. 179 von der Seite dargestellt ist. Dieselbe ist kreisförmig nnd breitgedrückt und an ihren Rändern winkelig zugeschärft, wie im Aufrisse der Linse, Fig. 180, zu sehen ist. Die breite Seite der Linse läuft immer parallel mit den Platten, um vermöge ihrer winkeligen Zuschärfung geringeren Widerstand der Luft zu erfahren. Früher wurden die Linsen aus zwei Kugelabschnitten zusammengesetzt, die noch weniger Widerstand erzeugten: aber für den gewöhnlichen Gebrauch ist der Unterschied unmerklich.

Einige Zapfen der Räder finden ihre Zapfenlöcher nicht in den Platten, sondern in äußern Kloben oder Stegen, welche auf den Platten durch eine versenkte Schraube und zwei Füße gehalten werden, wie in y und s, Fig. 173 und 174, in y und d, Fig. 176, und anderwärts. Diese Einrichtung hat hauptsächlich zum

Zweck, ein Achsenstück zwischen dem Getriebe und seinem Zapfen zu lassen, dessen Oel sonst die Verzahnung erreichen könnte, wo man keines Oeles bedarf, denn bei den Uhren, wie bei den Stützuhren, muß der Rädereingriff trocken und nur zwischen verschiedenen Metallen stattfinden. Nur in den ganz aus Gußeisen gefertigten großen Thurmuhren wendet man für den Rädereingriff einen Fettkörper und selbst einen noch dickern als das Oel an, um die Reibung der Zähne an einander zu mildern.

Die beiden Platten, nämlich die Pfeilerplatte, Fig. 174 und 172, und die sogenannte Namenplatte (auch Klobenplatte), weil auf dieselbe häufig der Name des Künstlers gravirt wird, auch die kleine Platte genannt, weil sie häufig viel schwächer und von einem kleinern Durchmesser ist, werden fest und parallel, in schicklichem Abstande von einander, durch vier Pfeiler mit einander verbunden, welche auf der Platte festgenietet werden, siehe Fig. 174 und 172. Ihre Lage ist punktirt angegeben in t u v x, Fig. 174, an der äußern Seite und an der Vernietung; man sieht sie, Fig. 172, in E F G H, an der innern Seite derselben Platte und schwach schattirt, um das Hervortreten erkennbar zu machen. Diese Pfeiler sind an dem andern Ende mit Zapfen versehen, welche durch die kleine Platte hindurchgehen; letztere wird auf den Pfeilern durch Vorsteckstifte festgehalten, wie in p q r, Fig. 173. Einer der vier Pfeiler ist in m', Fig. 173 und 176, mit einem Schraubengange versehen, um eine Schraube mit versenktem Kopfe aufzunehmen, weil der Zapfen auf den Fuß des Steges oder auf die durchbrochene Scheibe der Hemmung stößt. Man pflöckt manchmal diesen Zapfen in der Dicke der Platte fest, aber die Schraube hat den Vorzug. Die Höhe der Pfeiler, wonach sich diejenige des Gehäuses und die Länge der Spindeln oder Achsen fast aller Räder richtet, ist in Fig. 176 in E F G im Profil zu sehen.

Schlagwerk der gewöhnlichen Pendel- oder Stutzuhr. Die Lage der Räder des Schlagwerkes hat sowohl in der Stutzuhr, als in der Wanduhr, viel Aehnlichkeit mit derjenigen der Räder des Gangwerkes; auch hier ist es ein Federhaus, dessen innere gespannte Feder eine langsame Drehung desselben bewirkt, sowie auch eine Drehung der übrigen Räder, nur bei diesen mittels des Rädereingriffes, mit zunehmend größerer Geschwindigkeit. Das Räderwerk des Schlagwerkes bewegt sich nur in Zwischenräumen nach jeder halben Stunde, wenn die Vorfälle, welche das Schlagwerk hemmen, durch den fortschreitenden Gang des andern Theiles des Räderwerkes, den man ganz eigentlich das Gangwerk nennt, ausgelöst werden.

L 80′, Fig. 172 und 176, ist das Federhaus des Schlagwerkes von gleicher Größe und von eben so viel Zähnen als dasjenige, welches in Fig. 176 links im Durchschnitte dargestellt ist. Die Verzahnung des Federhauses L 80″ steht ebenfalls im Eingriff mit dem Zwölfertriebe des Rades 63, dem sogenannten ersten Rade des Schlagwerkes; dieses führt den Siebenertrieb des Rades 70, welches am Rande der Platte rechts liegt und das Schlagnägelrad heißt, weil es 10 Stifte gleich weit von einander, auf die Fläche und in die Mitte seines Radkranzes genietet, trägt; diese Stifte wirken auf einen kleinen Arm, die Hammerachse h′ i″, Fig. 173. Der Hammer liegt außerhalb der kleinen Platte, und seine Zwinge h′ trägt ein viereckig aufgesetztes Rohr, welches auswendig auf die Verlängerung der Achse des Hammers, wie unter Fig. 176 angegeben worden, festgepflöckt ist; die Achse des Hammers liegt im Gehäuse; man sieht den kleinen Arm desselben, Figur 176, von h′ nach 70 gerichtet und unter das Schlagnägelrad laufend, wo ihm dieses entgegentritt. An dem Rande der Platte, jedoch am gegenüberliegenden Ende, d. h. nicht weit von der kleinen Platte, trägt die Achse einen andern kleinen, etwa um die Hälfte kürzeren Arm, auf welchen eine gerade Feder drückt, welche

aus einem runden, sehr dünnen und peitschenschnurartig zulaufenden Drahte besteht, von solcher Länge, um sich in eine Kerbe des kleinen Armes zu legen und den Hammer auf die Glocke zurückzuführen. Diese Feder, welche $\frac{5}{6}$ der Höhe der Pfeiler hat, konnte in Fig. 172 nur äußerst abgekürzt angedeutet werden, weil ihre Höhe senkrecht zum Grundrisse der Platte gesehen wird. Der Kopf dieser Feder ist festgeschraubt auswendig an der großen Pfeilerplatte, nahe an ihrem Rande, und nahe am Pfeiler H. Der Kopf ist angedeutet in j, Fig. 174, neben dem punktirten Pfeiler x und zwischen dem Rande der Platte und dem Loche w, welches einen Zapfen der Hammerachse aufnimmt. Die 10 Stifte des Schlagnägelrades befinden sich für den Zuschauer unter diesem Theil und konnten deshalb nicht angegeben werden; aber man kann sich dieselben leicht denken; man sieht sie im Profil in Fig. 176 am Schlagrade 70, und sie sind angebracht in Räumen von 7 zu 7 Zähnen, um die Zwischenräume zwischen den Hammerschlägen zu reguliren.

Das Rad von 70 Stiften führt den Siebenertrieb des Rades 63′, Fig. 172, welches das Anlaufrad heißt, weil es den Anschlagstift trägt, um das Räderwerk nach dem letzten Schlage jeder Stunde anzuhalten. Dieses Rad 63′ greift in den folgenden Siebenertrieb des Rades 56, welches den letzten Siebenertrieb des auf gleiche Weise bezifferten Windfanges führt. Das Rad 56 oder der Windfang hat auch einen Stift, welcher augenblicklich festgehalten wird durch den Arm g des Vorfalles des Vorgeleges, Fig. 174 und 176, von welchem eine halbrunde Vorragung durch die Platte durchgeht.

In der Anordnung der Vorfälle differirt die Stutzuhr hauptsächlich mit der Wanduhr. Es sind hier nur zwei Vorfälle, nämlich derjenige des Vorgeleges aus Messing, der auf der großen Platte unter dem Zifferblatte in g k l, Fig. 174, liegt, dessen beide Arme einen Winkel in derselben Ebene bilden, welcher seine Spitze

in k hat. Der Vorfall dreht sich auf dem Ansatze eines stählernen Stiftes, der auf die Platte geschraubt ist. Der andere messerartige und ganz stählerne Vorfall ist mit seiner Achse i i′ n, Fig. 181, besonders abgebildet. Diese Achse liegt im Gehäuse zwischen den Platten, der obere Zapfen setzt sich viereckig nach i fort und nimmt hier einen messingenen Arm i h auf, der wegen seiner Form das S genannt wird, Fig. 174 und 176, welches beständig durch eine lange, schwache Feder s r zurückgedrängt wird, die mittels einer Schraube und eines Fußes in r am obern Rande der Platte, Fig. 174, befestigt ist. Unten in Fig. 181 bei n sieht man einen stählernen Arm, welcher rechtwinkelig auf die Achse genietet und als ein Stück sich in n o l fortsetzt und dann auch den Arm m trägt, der ebenfalls aufgenietet ist, von welchem $\frac{2}{3}$ der Länge messerartig gestaltet sind, wie man bei m, Fig. 172 und 173, sieht. Die geneigte Fläche dieses Messers wird von den vollen und höheren Theilen des Schloßrades emporgehoben, während die Stutzuhr schlägt, damit das Ende des Vorfalles l den Stift des Anlaufrades 63′ passiren lasse, das einen Umlauf mit Hammerschlägen macht, bis daß ein Einschnitt des Schloßrades dem Messer gestattet, sich in denselben zu setzen und das Rad 63′ am Ende der für jede Stunde nöthigen Zahl Hammerschläge anzuhalten. Für jede halbe Stunde wird das Messer nur durch den Vorfall des Vorgeleges mittels des vorhin beschriebenen S emporgehoben, und nachdem es den Anschlagestift einmal hat passiren lassen, fällt es wieder in denselben Einschnitt zurück, der für diesen Zweck hinlängliche Breite hat. Das Anlaufrad läuft alsdann nur einmal um und wird angehalten von dem Arm l des messerförmigen Vorfalles. Alsdann schlägt der Hammer nur ein Mal für die halbe Stunde, wie es der Fall bei 1 Uhr Nachmittags ist. Man sieht den Arm l des Vorfalles, wie er das Schlagnägelrad 63′ unten in Fig. 176 anhält. Eine zweite Achse, die ebenfalls im Gehäuse auf Zapfen läuft, ganz in der Nähe des messerförmigen

Vorfalles, und die in Fig. 172 mit h′ und in Fig. 174 mit w bezeichnet ist, trägt oben an ihrem Zapfen in h′, Fig. 173, ein Viereck, auf welches das Rohr der Zwinge des Hammers zu liegen kommt, welches in h′, Fig. 176, ganz unten durch einen Vorsteckstift festgehalten wird. Diese Achse oder Spindel, welche einen aufgenieteten Arm trägt, welcher unter das Schlagnägelrad in der Richtung von h′ nach 70, Fig. 172, sich fortsetzt, wird nun von jedem Stift in dem Maße emporgehoben, als sich das Rad umdreht, um den Hammer zu heben. Die Scheibe oder die Masse des Hammers, seine Achse und sein Rohr sieht man in h′ i″, Fig. 173, im Grundrisse, und in Fig. 176 mit denselben Buchstaben im Aufrisse; für den Hammer ist noch eine Reaktionsfeder T w v u vorhanden, welche dazu dient, den Hammer etwas emporzuheben, sobald er auf die Glocke geschlagen hat, damit er nicht auf derselben liegen bleibe, welches die Tonschwingungen vernichten würde.

Die Reaktionsfeder besteht aus einem Stück zangenartig gekrümmtem Messingdraht, dessen gehobenes Ende von dem Arme des Hammers getroffen wird, wenn er eben auf die Glocke schlagen will. Der Fuß F der Reaktionsfeder ist auf die Namenplatte, Fig. 173, und in H C, Fig. 176, aufgeschraubt. Aus Fig. 182 wird ersichtlich, wie die Glocke g o angebracht ist, und wie sie von ihrem Träger k o E getragen wird, dessen Fuß E mittels einer Schraube auswendig auf der Namenplatte, Fig. 173, befestigt ist. Die Glocke ist hoch genug, so daß die Gabel der Hemmung und das Pendel zwischen ihr und der Platte und unter ihrem Hammer frei passiren können, wie man in Fig. 173 sieht.

Das Schloßrad ist ein plattes Rad ohne Zähne, aber an seiner Peripherie eingeschnitten, und zwar in berechneten Abständen, um den messerförmigen Vorfall m, Fig. 173 und 176, während der Zahl von Schlägen, die für jede Stunde erforderlich sind, gehoben zu erhalten. Das Schloßrad wird auf dem viereckigen Zapfen getragen, der eine Verlängerung desjenigen des

ersten Schlagwerkrades 63 in d, Fig. 173 und 176, ist. Dieses Schloßrad ist in Fig. 173 mit C bezeichnet, und in Fig. 176 von C bis m. Es ist ein großes Rad mit 5 Armen oder Speichen, dessen Ausführung und Theilung bei anderer Gelegenheit erklärt werden sollen.

Beschreibung einer Pendule von Gille, Uhrmacher in Paris, welche den Monat, Monatstag und Wochentag angiebt.

Fig. 183 zeigt die kleine Platte, welche das Stundenrad trägt.

Fig. 184 ist eine Ansicht des Mechanismus, welcher die Tage der Woche, das Datum und den Namen eines jeden Monats angiebt.

Fig. 185 das Zifferblatt.

Fig. 186 der Rechen mit Stiften, in ebener Ansicht und im Profil, in größerem Maßstabe gezeichnet.

Der Stern a mit 7 Zähnen eingeschnitten, dient die Tage der Woche zu bezeichnen; er dreht sich in einer Ringschraube, welche in die falsche Platte geschraubt ist; seine Hülse geht über das Zifferblatt hinaus, auf welchem der Zeiger angebracht ist. Dieser Stern wird durch die Winkelfeder l gedrängt, auf welche sich der Vorfall k stützt, der ihn um Mitternacht vorrükken läßt.

Das Datumrad q, welches 31 Zähne hat, ist auf dieselbe Weise angebracht, wie der Stern a und das Rad b, welches auch eine gleiche Anzahl von Zähnen hat. Auf diesem letztern ist ein Rechen c mit 4 Zähnen oder Stiften d angebracht, welche parallel mit der Ebene des Rades sind und sich in ungleichen Entfernungen von dieser Ebene befinden. Diese Stifte wirken auf die Stifte des Monatsrades e ein, deren 12 an der Zahl sind, von verschiedener Länge und mit der Ebene des Rades perpendikulär.

g ist ein Stern mit 4 Stöcken oder Zähnen und bestimmt, alle 4 Jahre im Monate Februar 29 Tage bezeichnen zu lassen.

h, Feder, welche gegen die Zähne des vorhergehenden Sternes drängt.

i, eine andere Feder, welche gegen die Zähne des Rades e drückt.

n, Hebel, an dem Vorfall k befestigt.

o, Zahn mit Auslösung, welche die des Rades p drängt.

q, Feder, welche gegen die Zähne dieses letzten Rades drückt.

r, Stundenrad.

s, Mühlchen mit 4 Flügeln oder Armen, auf dieselbe Art angebracht, wie der Stern a.

t, auf der Achse des Vorfalls k befestigter Hebel.

u, Feder, welche das Mühlchen an der Stelle zu erhalten hat, wohin es durch das Stundenrad r geführt wird.

v, Zahn mit Auslösung, getragen von einem an der Auslösung k befestigten Hebel, um den Stern a schwingen zu lassen.

Die Federn h, i, q halten die Datumtheile, wenn sie nicht durch den Vorfall vorgetrieben werden.

Wirkung des Stundenrades. Dieser Theil r, welcher täglich zwei Umdrehungen macht, ist mit zwei Stiften 3 und 4 versehen, der eine für 6 Uhr und der andere für 12 Uhr, welche das Mühlchen s eine Umdrehung machen lassen, während das Stundenrad seine beiden Umdrehungen vollbringt. Ein Arm des Mühlchens trägt einen Stift 1, welcher den Hebel t hebt. Dadurch läßt der Vorfall k, wenn das Stundenrad um Mitternacht das Mühlchen s getrieben und letzteres auf den Hebel t eingewirkt hat, den Stern a und das Rad p um einen Zahn vorrücken, und das Mühlchen wird von dem Hebel t befreit, der durch das Gewicht des Vorfalls zurückfällt, um jedesmal wieder ergriffen zu werden, wenn die Pendule Mitternacht schlägt.

Wenn der Vorfall k um Mitternacht ausgehoben ist und den Stern a um einen Zahn gedreht hat, schwingt der Tageszeiger der Woche von dem Worte Montag auf das Wort Dienstag. Dieser Vorfall schiebt zu gleicher Zeit das Rad p, welches den Datumzeiger von der 18 auf die 19 z. B. gehen läßt, und so fort. Wenn der Monat 31 Tage hat, so ergreift der Rechen c, welcher 4 Zähne von ungleicher Höhe hat, einen Stift des Monatrades e und läßt es um $\frac{1}{12}$ vorrücken. Für die Monate aber, welche weniger als 31 Tage haben, stößt der Rechen das Datumrad um Mitternacht am Ende dieses Monats, um einen, zwei oder drei Zähne weiter; die drei Stifte des Rechens, welche allmälig höher werden, würden in drei Zähne vor dem 31sten eingegriffen haben, während auf diese Weise der niedrigste Zahn allein das Rad e fortstößt. Ein Stift dieses Rades zeigt sich vor dem Arme des Vorfalles k, welcher durch seine geneigte Ebene x das Rad e um $\frac{1}{12}$ vortreibt, wodurch bewirkt wird, daß der Zeiger vom Januar auf den Februar springt. Dieser letzte Monat, welcher der kürzeste im Jahre ist, hat den längsten Stift, dem der höchste Stift des Rechens begegnet; wenn dieser das Rad e von seiner Stelle gebracht hat, so wird der zahnförmige Stift m durch dieses Rad um drei Zähne weiter gestoßen, unterstützt durch die geneigte Ebene x des Vorfalles k, wie gewöhnlich, worauf der 1. März statt des 29. Februar erscheint.

Für die Monate von 30 Tagen muß der Stift dieser Monate etwas höher sein, als der des 31sten Tages, um von dem zweiten Stifte ergriffen zu werden, welcher höher ist, als der Stift m; dann greift er in den 31sten, und das Rad e, welches die Monate ändert, stößt den Rechen um einen Zahn weiter, wodurch ein Sprung von dem 30sten auf den 1sten veranlaßt wird.

Wenn das Jahr ein Schaltjahr ist, so vollbringt der Stern g seinen Umlauf mittels eines Stiftes 2, welcher auf dem Rade e angebracht ist; dieser Stift

dreht den Stern um eine Vierteldrehung, so oft das Rad a einen ganzen Umlauf gemacht hat, was alle 12 Monate vorkommt. Der Zahn u des Sternes g, welcher in seiner Stärke zu einer schiefen Ebene geschnitten ist, ist zum Centrum des Rades gelangt und begegnet unten einer Art Teller, mittels dessen das Rad um die Höhe eines Stiftes gehoben wird, und da der längste Stift des Rades e eine Kerbe trägt, so geht der höchste Stift des Rechens c in diese Kerbe, wodurch bewirkt wird, daß am 28sten das Rad e durch diesen Stift nicht von seiner Stelle gerückt wird, obgleich der längste Stift des Rades e sich auf seinem Wege befindet. Am folgenden Tage berührt der höchste Stift des Rechens, da er nicht vorbei kann, den Stift mit der Kerbe und bringt das Rad von der Stelle; dann stößt der Arm des Vorfalles k durch seine schräge Ebene x das Rad um $\frac{1}{12}$ fort, und dieses Rad treibt zugleich den Rechen um zwei Zähne fort, wodurch bewirkt wird, daß der Zeiger anstatt des 30sten Februars den 1ten März zeigt.

Boussard's lange gehende Federuhr mit konstanter Kraft.

Boussard hat der Société d'encouragement ein Uhrwerk für Tisch- oder Stutzuhren vorgelegt, an welchem, nach Dumery's Bericht, außer anderen Verbesserungen namentlich eine neue Konstruktion eines Aufziehwerkes bemerkenswerth ist. Federuhren, welche, wie die Stutzuhren, 14 Tage oder noch länger gehen, haben bekanntlich den Mangel, daß die Kraft der Feder und somit auch der Druck auf die Zapfen des Räderwerkes bei der ersten Schlüsseltour viel größer ist, als später, wo die Uhr abläuft. Um diesem Mangel abzuhelfen, bringt Boussard, statt der gewöhnlichen zwei Federtrommeln von gleicher Kraft, zwei Federtrommeln von sehr verschiedener Kraft an. Eine derselben ist dem Vo-

lumen nach vier Mal so groß, als eine der alten Federtrommeln; überdieß ist die Kraft ihrer Feder allein so groß, als die Kraft beider Federn gewöhnlicher Werke zusammen, die Dauer des Ganges aber im ersten Falle doppelt so groß (2 bis 4 Wochen) als im letzteren. Die zweite Federtrommel ist nicht größer, als die einer größeren Taschenuhr, und steckt auf der Verlängerung der Achse des ersten Rades des Schlagwerkes, das übrigens in direkter Verbindung mit der Verzahnung der großen Trommel steht.

Die Bestimmung jeder dieser beiden Federtrommeln ist leicht einzusehen; die kleine Trommel hat nichts als die Zeiger zu bewegen, während die große sowohl das Schlagwerk betreiben, als auch dabei die kleine Trommel immer wieder aufziehen muß, während das Schlagwerk in Thätigkeit ist. Diese Disposition ist nicht ganz neu, indem schon Villeboeuf vor 15 Jahren die beiden Federhäuser gewöhnlicher Werke mit einander verkuppelte, um dadurch das Schlagwerk zu betreiben, so wie auch gemeinschaftlich und periodisch einen Theil der Kraft auf das Aufziehen eines kleinen Federhauses zu verwenden. Bei diesem Mechanismus war jedoch die Achse des kleinen Federhauses direkt mit der Feder verbunden, und die Berechnung der zu machenden Umdrehungen gründete sich auf die Zahl der Schläge, welche der Hammer in Zeit von 12 Stunden machen mußte; daraus folgt, daß man die Zeiger nicht verstellen konnte, ohne unvorgesehene Hammerschläge hervorzurufen, welche die kleine Feder bis zum Brechen anspannten. Obwohl Boussard später diesem Uebelstande dadurch abhalf, daß er beide Federn mit Hülfe eines Knopfes isolirte, auf den man nur zu drücken braucht, um die Wirkung des Aufziehwerkes während der Verstellung der Zeiger zu unterbrechen, fanden seine Uhren nichtsdestoweniger wegen dieser kleinen Vorsichtsmaßregel wenig Eingang. Bei seinem neuesten Uhrwerke jedoch fällt auch diese weg, und obwohl dasselbe mit konstanter Kraft arbeitet, so braucht man doch nur eine einzige Feder aufzuziehen und kann

die Zeiger verstellen, wie bei gewöhnlichen Uhrwerken. Die größte Gleichförmigkeit in der Spannung der kleinen Feder, welche das Zeigerwerk treibt, wird dadurch erhalten, daß die kleine Feder, welche um sechs Touren aufgezogen werden könnte, nur um drei Touren aufgezogen wird, und daß bis zum nächsten Aufziehen die Feder nur um eine halbe Tour abläuft; es wird also im Ganzen nur ein Zwölftel der Abwickelung benutzt, deren die Feder fähig ist, und zwar so, daß sie gerade im mittleren, für die Gleichförmigkeit günstigsten Stande wirkt. (Bullet. de la soc. d'encour. 1851. Sept. p. 497.)

Universal-Uhr von Duclos in Paris, welche die Stunden unter allen Meridianen zu gleicher Zeit anzeigt.

Diese Uhr, deren Ansicht Fig. 187 giebt, zeigt die Stunde für jeden Meridian zu jeder Zeit des Tages. Auf einem kreisförmigen und unbeweglichen Reif a b ist der Aequator dargestellt, in 360° durch die Meridiane getheilt, welche von zehn zu zehn numerirt sind, indem dabei von dem Meridiane von Paris angefangen ist. Die 180 Grade westlicher Länge sind von der rechten zur linken bezeichnet, die 180 Grade östlicher Länge von der linken zur rechten.

Ueber dieser Eintheilung sind die bedeutendsten und bekanntesten Städte der Erde nach ihrer Längenlage angegeben, und können dieselben je nach dem Durchmesser des Aequator-Reifes vermehrt oder vermindert werden.

Ein zweiter Kreis c d, parallel mit diesem festen Reife, ist darüber und etwas mehr nach dem Innern hin angebracht; er trägt 80 Haupteintheilungen, auf denen die 12 Stunden des Tages und die 12 Stunden der Nacht bezeichnet sind. Die Minuteneintheilung befindet sich darunter, so daß sich der untere Rand dieses Kreises an den oberen Rand des Aequator Reifes-schließt.

Dieser Stundenkreis macht in horizontaler Richtung in 24 Stunden eine Umdrehung und bewegt sich von Morgen nach Abend, indem er der scheinbaren täglichen Umdrehung der Sonne um die Erde folgt; es geht daraus hervor, daß sich jede Stunde zu ihrer Zeit unter einem jeden Meridiane zeigt, und daß so alle Meridiane zu gleicher Zeit und beständig der Stunde entsprechen, welche sie zählen müssen, nachdem diese Uebereinstimmung dadurch hergestellt ist, daß man die Pendule nach der Stunde des ersten Meridians gestellt hat, bei dessen Anfangspunkt ein Hauptzeiger e f befestigt ist.

Die Bewegung wird dem Stundenkreise und jedem Theile des ihn krönenden Kreises ohne irgend ein sichtbares Räderwerk im Innern der Kuppel mitgetheilt, welche offen sein kann; man erblickt keinen Theil eines Uhrwerkes.

Dieser ganze bewegliche Theil ist durch das Centrum des Stundenkreises auf einer senkrechten Achse befestigt; diese Achse, welche man in g h, Fig. 188, sieht, geht frei und in ihrer ganzen Länge durch den Obelisk i, welcher in der Mitte der Figuren oder Säulen angebracht ist.

Im Innern des Sockels k ist ein horizontal angebrachtes Uhrwerk; eins der Triebräder dieses Uhrwerks macht eine Umdrehung in 24 Stunden, und die lange Welle, die es trägt, nimmt das Centrum des Sockels ein. Diese lange Welle, die durch den obern Theil des Sockels geht, nimmt eine eingefaßte Hülse mit harter Reibung auf, auf welche mit einem Kniebande das untere Ende der Achse gesetzt ist, die mit dem andern Ende an dem Centrum des Stundenkreises befestigt ist.

Das Uhrwerk, dessen Kaliber willkürlich ist, vorausgesetzt, daß eines seiner Räder eine Umdrehung in 24 Stunden mache und sein Regulator mit einer Spirale versehen sei, bedarf hier ebenso wenig einer Beschreibung, wie seine Hemmung, welche unter den besten bekannten Hemmungen gewählt wird. Man befestigt unter dem Sockel einen Aufzug, den man drehen kann,

ohne sich dazu eines Schlüssels bedienen zu müssen. Man sieht, daß die ganze Uhr bewegt und fortgetragen werden kann, ohne daß sie stehen bliebe.

Stutzuhr von French in London.

Die Uhr, welche ich hier beschreiben will, ist die sogenannte Stutzuhr, welche Stunden, Minuten und Sekunden zeigt, bei der aber nicht die gleichmäßigen Schwingungen eines Pendels das Regulirende sind, sondern die gleichen Zeiträume,

welche eine freie auf eine schiefe Ebene gelegte stählerne Kugel braucht, um gleiche Wege auf derselben zurückzulegen.

Die große Genauigkeit, welche durch Pendeluhren zu erreichen ist, und selbst bei einer mäßig genau gearbeiteten erreicht wird — könnte es auf den ersten Blick als etwas überflüssiges erscheinen lassen, wenn ich hier die Beschreibung eines neuen Zeitmessers gebe; aber der Gedanke, dazu die Zeit zu benutzen, in welcher eine freie auf geneigter Fläche liegende Ebene einen bestimmten Weg zurücklegt, ist an sich ein so orgineller und hier so durchdacht und mit so vielem Scharfsinn zur Ausführung gebracht, daß diese Uhr der größten Beachtung werth ist.

Indem ich zur Beschreibung der einzelnen Theile dieser Uhr übergehe, bemerke ich, daß die Zeichnungen in der halben natürlichen Größe ausgeführt sind; nur Fig. 194 ist in ganzer Größe gezeichnet. Gleiche Theile sind in allen Figuren mit denselben Buchstaben bezeichnet.

Das Gestell Fig. 189 in der Vorderansicht gegeben, besteht aus einer messingenen, quadratischen Platte **A** von 10 Zoll. Sie steht auf den vier Kugeln **B**, welche mit den vier Säulen **C**, der auf denselben ruhenden Platte **D** und den darüber angebrachten Verzierungen **E** fest verschraubt sind.

Auf diesem Gestell, und zwar in der Mitte gleich weit von vorn wie von hinten entfernt, ruht die eigent-

liche Uhr, an der F das Zifferblatt für die Stunden, G das für die Minuten, und H das für die Sekunden ist.

Fig. 190 zeigt das Räderwerk von der Hinterseite aus gesehen.

I ist das Federhaus. Es steht durch die Kette mit K dem Schneckenrade von 84 Zähnen in Verbindung.

L das Stundenrad mit 30er Trieb und einem 48zähnigen Wechselrade, trägt auf dem durch die Platinen hin verlängerten Zapfen den Stundenzeiger.

M das Beisatzrad, hat einen 48er Trieb und 96 Zähne.

N das Minutenrad, hat 100 Zähne und einen 8er Trieb, und trägt auf dem verlängerten Zapfen den Minutenzeiger.

O ist ein Beisatzrad von 96 Zähnen mit einem Zehnertriebe.

P ist das Sekundenrad. Es hat einen 16er Trieb und am andern Ende eine Scheibe, welche an den beiden um 180° von einander entfernten Enden zwei in die Höhe des Rades eingetriebene Stifte P′ trägt. Es trägt auch den Sekundenzeiger.

Q ist eine im Zapfen liegende Welle (siehe auch Fig. 189). Sie trägt rechts und links die nach unten gehenden messingenen Arme Q′ und rechts den nach oben gehenden stählernen Q^2.

Fig. 191 zeigt diese Welle von der Seite in ihrer Stellung zum Sekundenrade P. R ist eine Stellschraube, durch welche der Arm Q^2 so gestellt werden kann, daß der Stift P′ des Sekundenrades oben nur ganz knapp auf dem äußersten Ende des hakenförmig gebogenen Armes Q^2 aufliegt.

Die Uhr geht $16\frac{1}{2}$ Tage.

Fig. 192 zeigt das Excentrik. Auf der Platte a gleitet zwischen den beiden angeschraubten Stücken b der Schieber c. Mittels der Schraube d, welche einen vierkantigen Kopf hat, kann er auf- und abgeführt werden. Er hat ferner den eingeschraubten Stift e, auf welchem

sich die Leitstange f frei herumbewegen kann (siehe auch Fig. 189 und 190). Mit dem an der Platte a befestigten Putzen g, welcher ein viereckiges Loch hat, ist das Excentrik auf den verlängerten, vierkantig angefeilten Zapfen des Sekundenrades gesteckt, wie es auch in Fig. 190 zu sehen ist.

Fig. 193 zeigt die Platte der schiefen Ebene (s. Fig. 189 und 190) von oben gesehen. h ist ein aufgeschraubtes Stück mit einem Stift, auf welchem das andere Ende der Leitstange f aufgeschoben ist und sich frei darauf bewegen kann.

Fig. 194 zeigt dieselbe Platte nach dem Durchschnitt i, i.

Fig. 195 zeigt dieselbe nach dem Durchschnitt k, k.

Bei genauer Ansicht dieser drei Figuren überzeugt man sich leicht, daß diese Platte zusammengesetzt ist: 1) aus der untern Platte l, die nur an der Stelle m, so weit die Schraffirung geht, durchbrochen ist; 2) aus der darüber liegenden Platte n, mit ihren 16 durchbrochenen Furchen o; 3) aus den beiden überstehenden, mit halbkreisförmigen Ausschnitten versehenen Schienen p. Alle drei Theile sind mittels der Schrauben q mit einander verbunden. r ist eine frei aufliegende Stahlkugel von 7 Millimeter Durchmesser, welche aber, sowie die obere Fläche der vorerwähnten Flächen mit ihren Einschnitten oder Furchen, aufs beste polirt sein muß.

Die ganze Platte oder schiefe Ebene, Fig. 193, ist auf den Stab s, Fig. 193 und 195 aufgeschraubt, an dessen Enden zwei Stahlschneiden t hervorsehen (s. Fig. 193 und 195), wie am Waagebalken einer Waage, mit welchen die ganze Ebene, wie in einem Pfannenlager, in der Oeffnung u des in Fig. 189 auf A aufgeschraubten Bügels v (von denen hier natürlich nur der vordere zu sehen ist) aufliegt.

Der Mechanismus der Uhr wirkt nun so:

Die gespannte Feder des Federhauses äußert ihre Kraft auf alle Räder abwärts und bewegt das Sekundenrad P in der durch den Pfeil angedeuteten Richtung

herum, bis der eine der beiden Stifte P′ auf dem Ende des Hebelarmes Q^2 aufliegt. Dadurch kommt der Zeiger entweder auf 60, oder auf 30 zu stehen. Nehmen wir an, er stehe auf 60, so steht das Excentrik so, wie in Fig. 192, also unterhalb des Rad-Mittelpunktes, und die schiefe Ebene in der Fig. 189 angegebenen Stellung.

Sobald der untere Theil eines der beiden Hebelarme Q^1 nur um ein geringes nach hinten hin bewegt wird, bewegt sich der obere Arm nach vorn, d. h. vom Rade ab. Der Stift P′ des Rades P hat jetzt seine Hemmung verloren; das Rad ist ausgelöst und läuft nun, vom Werk getrieben, in der durch den Pfeil angegebenen Richtung weiter, gerade um 180°, wo dann der andere Stift P′ seine Hemmung findet am Haken des Hebels Q^2, der durch die Schwere des nach unten gehenden Armes Q^1, die noch durch eine kleine Feder unterstützt wird, gleich nach der Auslösung wieder gegen das Rad hin gedrückt worden war. Der Sekundenzeiger hat nun auch das halbe Zifferblatt durchlaufen und steht auf 30°. Zugleich hat das Excentrik die ganze Platte mit in die Höhe genommen, die jetzt so steht, wie in Fig. 189 die punktirte Linie zeigt, oder wie in Fig. 190, wo sie von der hintern Seite aus gesehen ist.

Es bleibt nur noch zu zeigen, wodurch jedesmal regelmäßig nach einer halben Minute der Hebel Q′ angestoßen und das Werk dadurch ausgelöst wird.

Es geschieht durch eine kleine, aufs höchste polirte Stahlkugel r von 7 Millimeter Durchmesser. Eine solche Kugel braucht, um eine der Furchen O bei Neigung der Platte von 9°, wie sie hier in Fig. 189 angegeben ist, hinabzulaufen, zwei Sekunden. Kommt sie mit der auf diesem Lauf erlangten Endgeschwindigkeit an einen der halbkreisförmigen, über der Ebene der Furchen so weit hervorragenden Ausschnitte p (Fig. 193 und 194), daß sie die Kugel gerade um die Mitte umfassen, an, so wird sie dadurch von ihrer Bahn abgelenkt und über die Scheide zwischen einer Furche und der andern hin-

weggehoben. Sobald das aber geschehen, fällt sie auf die nächste, nach der entgegengesetzten Seite zu geneigte Furche, welche sie nun wieder wie die erste Furche mit der für dieselbe Neigung sich ergebenden Anfangsgeschwindigkeit zu durchlaufen beginnt, und kommt wieder nach zwei Sekunden am andern Ende an. Die Kugel muß also auch jedesmal nach Verlauf von zwei Sekunden eine der kleinen Oeffnungen oder Thore passiren, welche im Stege W, Fig. 189, 190, 193, 194 zu sehen sind. Ueber diesen Thoren sind im Stege kleine quadratische Oeffnungen, hinter welchen man Fig. 189 die Zahlenreihe 2, 4, 6 bis 28 sieht. Die Schiene, auf der diese Zahlen stehen, läuft auf Leitrollen, wie man es Fig. 190 sehen kann.

Durch dieses Passiren der kleinen Thore ist ein Maß gegeben zum Abmessen der Zeit, während welcher das Werk stillsteht, und mit ihm auch alle Zeiger: also immer zwischen den vollen und zwischen den halben Minuten, und umgekehrt.

Ein Blick auf Fig. 189 wird dieß erläutern. Hier liegt die Kugel auf der Furche unter der Zahl 18. Auf den Zifferblättern steht der Stundenzeiger zwischen 10 und 11; der Minutenzeiger auf 60. Das ist: 10 Uhr 15 Minuten. Noch genauer aber ergiebt sich die Zeit durch die unter der Zahl 18 liegende Kugel: es ist jetzt genau 10 Uhr 15 Minuten 18 Sekunden.

Hat die Kugel alle ganzen Furchen durchlaufen, so kommt sie an die halben und stößt am Ende derselben auf den hier durch die Platte hindurchgehenden Hebelarm Q¹, wodurch das Werk aufgelöst wird und um eine halbe Minute fortgeht. Dabei nimmt das Rad P das Excentrik, welches bis jetzt unter dem Mittelpunkte desselben stand, herum, daß es jetzt darüber steht, wie in Fig. 190, wodurch dann auch die Platte in die andere Lage gebracht ist (Fig. 190 und Fig. 189 in der punktirten Stellung).

Bei diesem Umkehren schiebt sich die hinter dem Stege befindliche Zahlenplatte Fig. 190 so weit nach

rechts, als ihr das der in einem Einschnitt angebrachte Stift Z gestattet, das ist, um die halbe Entfernung von einer der vorher sichtbaren Zahlen bis zur folgenden, z. B. um die halbe Entfernung von 2 — 4. Dadurch werden die bis jetzt sichtbar gewesenen Zahlen

2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28

verdeckt, und an ihrer Stelle erscheinen

58, 56, 54, 52, 50, 48, 46, 44, 42, 40, 38, 36, 34, 20,

welche zwischen der obigen Reihe auf dem Schieber, — bis dahin verdeckt — stehen.

Die Kugel hatte unmittelbar, nachdem sie den Hebel angestoßen, von diesem beim Zurückgehen in seine frühere Lage einen Gegenstoß erhalten, und da zu gleicher Zeit dieser niedrigste Punkt der Platte oder schiefen Ebene durch ihre Drehung um die Schneide t zum höchsten geworden ist, so läuft sie auch natürlich wieder die ganze Ebene im umgekehrten Sinne durch, zeigt beim Passiren durch die kleinen Thore an, wenn es 32, 36 Sekunden u. s. w. ist, bis sie zuletzt, 2 Sekunden nach dem Anzeigen der 58. Sekunde, auf der anderen Seite gegen den Hebel Q^1 anläuft und dadurch wieder Auslösung und Fortrücken des Werkes bewirkt. So glaube ich klar gemacht zu haben, daß und warum diese Auslösung jedesmal genau nach einer halben Minute erfolgt und erfolgen muß.

Ein Blick auf Fig. 190 und 191 macht es auch klar, daß, wenn man die Schraube d, Fig. 192, des Excentriks anzieht, die Entfernung vom Mittelpunkte des Rades P größer und die Neigung der schiefen Ebene dadurch eine stärkere wird, die Kugel muß also schneller laufen und die Uhr vorgehen. Ebenso bewirkt ein Nachlassen der Schraube eine flachere Stellung der schiefen Ebene und ein langsames Gehen der Uhr.

Es ist jetzt noch der Grund anzugeben, weshalb die beiden kürzeren Furchen rechts und links nicht parallel mit den übrigen, sondern unter einem größeren Winkel abgehen.

Die beiden Hebel Q^1 gehen nicht gerade in der Mitte, sondern etwa einen Zoll dahinter durch die Platte hindurch (Fig. 193). Der Weg vom letzten Kreisausschnitt bis zum Hebel, und von da zurück bis wieder zum Kreisausschnitt, zusammengenommen, ist also weniger, als eine ganze Furche, soll aber doch in zwei Sekunden von der Kugel zurückgelegt werden, wobei noch mit in Rechnung zu bringen ist, daß das Fortlaufen des Werkes um eine halbe Minute, während dessen die Umkehr der schiefen Ebene stattfindet, doch auch eine Zeit, wenn auch nur eine geringe, erfordert. Dazu kommt noch, daß die Fallgeschwindigkeit für den ersten Theil einer Furche geringer ist, als für den letzten. Alle diese drei Verluste an Zeit müssen eingebracht werden, und das geschieht eben dadurch, daß die Bahn der kürzeren Furchen schräger gelegt ist, als die der längeren, was auch noch den Vortheil hat, daß dadurch die Kugel mit größerer Gewalt gegen den Hebel Q^1 anläuft, was unbedingt nothwendig ist, um die Auslösung des Werkes zu bewirken.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß die ganze Uhr nur gehen kann, wenn sie vollkommen waagerecht aufgestellt ist. Das wird dadurch erreicht, daß auf die Platte A, Fig. 189, hinter dem Bügel v eine Röhrenlibelle y befestigt ist, und der Untersatz, auf dem die Uhr steht, auf drei messingenen Kugeln steht, eine vorn in der Mitte, die beiden andern rechts und links hinten. Sie haben Schraubengewinde, durch welche sie den Untersatz heben und senken können. Durch die beiden hintern Schrauben und durch die Libelle kann nun die Uhr horizontal in der Richtung von links nach rechts gestellt werden. Ob sie aber in der Richtung von vorn nach hinten horizontal steht, das zeigt die Kugel, wenn sie mit gleicher Kraft und Schnelligkeit gegen die vorderen und gegen die hinteren kreisförmigen Ausschnitte anläuft. Um das zu reguliren, dazu dient die vorn unter der Mitte des Untersatzes angebrachte Kugel (Polyt. Journ. Bd. 159, S. 167). —

Chronometrische Abgleichstange.

Dieser Mechanismus ist seit den Pariser Industrie-Ausstellungen von 1819 und 1823 bekannt geworden, und alle Diejenigen, welche 1820, 1821 und 1822 die Pfeile gesehen haben, welche die Zeit auf den beiden einander gegenüberliegenden Spiegeln des Foyers der Oper angeben, wissen, daß das Uhrwerk, welches diese Wirkung hervorbrachte, in einem Gehäuse zwischen den Federn angebracht war, welche sich an dem der Spitze entgegengesetzten Ende des Pfeiles befanden. Das eigentliche Werk ist nicht an dem Gehäuse befestigt, sondern wird an demselben nur durch sein Centrum getragen, um welches sich dasselbe frei bewegen kann, indem es seine Umdrehung nach Belieben in 12 Stunden oder in 1 Stunde beendigt, wie sich weiter unten ergeben wird.

Da man genöthigt ist, den Pfeil abzunehmen, um die Feder aufzuziehen, so muß man das Viereck des Aufzugs an der Seite der kleinen Platte anbringen, wie es bei den englischen Uhren der Fall ist.

Es würden sich zu viele Hindernisse entgegenstellen, wenn man es nach der großen Platte hin anbringen wollte. Die größte Schwierigkeit würde darin bestehen, das Viereck durch das Loch im Zifferblatte zu treffen, weil sich dieses Viereck um das Centrum der Uhr mit dem ganzen Werke zugleich dreht, während das Zifferblatt an seiner Stelle bleibt. Es ist vortheilhaft, daß das Räderwerk 8 Tage gehe, ohne aufgezogen zu werden. Ebenso vortheilhaft ist es, eine ruhende Hemmung anzubringen. Man könnte auch eine Hemmung mit Steigrad anwenden, aber dann müßte man eine Schnecke hinzufügen oder irgend eine Konstruktion zur Ergänzung der Schnecke. Nehmen wir größerer Einfachheit halber an, daß keine Schnecke vorhanden sei, so zieht man, wenn das Kaliber entworfen wird, einen Durchmesser durch die Mitte des Loches für die Trommel. In dieser Linie muß sich die Achse des Hemmungstheiles befinden. Der Ba-

lancier dreht sich horizontal über dem Rädergehäuse und perpendikulär mit der Ebene der Platten, wovon der Nutzen in Nachstehendem ersichtlich werden wird.

Obschon nach unserem Systeme das Uhrwerk sich um die Achse des großen Mittelrades dreht, so ändert es doch nie die Lage seiner einzelnen Theile im Verhältnisse zum Durchmesser, den wir auf das Kaliber entworfen haben, so daß dieser Durchmesser stets die vertikale Lage behält, während die Trommel, welche als Gewicht dient, um die Abgleichstange in Gang zu setzen, stets unten gegen die Sechs hin und der Balancier stets oben gegen die Zwölf hin sich befindet. Es ist das leicht zu begreifen: bei jeder Vibration des Balanciers strebt das Werk sich zu drehen, aber zu gleicher Zeit zwingt der Schwerpunkt der Trommel, welche aus der vertikalen Linie abweichen wollte, die Abgleichstange, sich ein wenig zu drehen, um jene in die vertikale Linie zurückzubringen, und in Folge dieses Mittels rührt sie sich nicht, sondern wird nur in einem Kreisumfange fortgeführt, dessen Mittelpunkt die Achse ist, welche die Abgleichstange trägt; alle Theile der Uhr aber behaupten dieselbe Lage in Bezug auf den vertikalen Durchmesser, von welchem wir gesprochen haben, und der stets parallel mit sich selbst in dem Kreise, den er durchläuft, fortgetragen wird, was eine Nachahmung der Bewegung der Erdachse ist, welche ebenfalls stets parallel mit sich selbst ist, während sie in ihrem jährlichen Kreislaufe weiter geführt wird. Die Uhr in der chronometrischen Abgleichstange ist demnach stets unbeweglich, wie das Gangwerk einer Pendule, welche auf dem Kamine steht, was viel zu ihrer Regelmäßigkeit beiträgt.

Das Rädergehäuse muß zwischen vier Streifen Messing von höchstens 5 Linien Breite eingeschlossen werden, welche einen Rahmen bilden, in dessen Mitte das Gehwerk aufgehängt ist und sich frei auf den beiden Zapfen des großen Mittelrades bewegen kann. Dieser Rahmen ist an den Pfeil befestigt.

Der Umfang einer der Platten, gleichviel welcher, muß wie ein Sperrrad eingeschnitten sein, und man bringt in jedem der Pfeiler des Rahmens, von welchem wir gesprochen haben, einen Sperrkegel mit seiner Feder an, um ein Gesperr an diesem Theile zu bilden. Diese Vorsicht ist von Wichtigkeit, denn ohne dieselbe würde sich das Gehwerk drehen, wenn man es aufziehen wollte, und man würde seine Regelmäßigkeit stören, müßte es wieder nach der Zeit stellen und könnte dabei einige Theile zerbrechen. Wenn man, während man die beiden Gesperre anbringt, dafür Sorge trägt, daß die Sperrkegel nicht beide zu gleicher Zeit hemmen, sondern einer nach dem andern, so wird man dieselbe Wirkung erreichen, als hätte das Rad die doppelte Anzahl von Zähnen, und die Sperrung wird auf das Genaueste stattfinden. Es ist gut, darauf zu achten, daß die Zähne des Sperrrades in entgegengesetzter Richtung gebogen sein müssen, wie die des Aufzuges, weil ihre Wirkung eine entgegengesetzte ist. Das Gesperre muß nachgeben, während die Uhr geht, und anhalten, während sie aufgezogen wird. Es reicht hin, diese Bemerkung zu machen, ohne daß eine weitere Erklärung des Nutzens nöthig wäre.

Durch den festen Rahmen muß das Gehwerk aufgehängt werden; die Achse des großen Mittelrades hat an jedem Ende einen Zapfen, welcher sich frei in den beiden einander entgegengesetzten Querleisten dieses Rahmens bewegt. Bevor wir aber diesen Theil des Mechanismus erklären, müssen wir, um uns gegen jeden Irrthum zu sichern, wohl begreifen, welche Platte wir die große, welche wir die kleine nennen, da bei unserer Konstruktion beide hinsichtlich des Durchmessers und der Stärke einander gleich sind. Man wird sehen, daß diese Unterscheidung nothwendig ist wegen der Theile, die sich auf den Quertheilen des Rahmens befinden und unter sich verschieden sind, um unterschiedene und getrennte Bewegungen zu veranlassen.

Wir werden, wie bei den gewöhnlichen Uhren, diejenige Platte die große nennen, auf welche die Pfeiler

genietet sind und auf deren Oberfläche sich das Zifferblatt und die Zeiger befinden, denn wir wenden ebenfalls Zifferblatt und Zeiger an.

Man bohrt ein kleines Loch in die Mitte der Länge der Querstange nach der Seite der großen Platte hin; auf dieses Loch und unter die Querstange auf der Seite der großen Platte befestigt man mit zwei Füßen und zwei Schrauben einen Steg; man bezeichnet ein Loch, welches vollständig mit dem der Bande des Rahmens korrespondirt. In dieses Loch muß man einen der Zapfen des großen Mittelrades bringen. Ebenso bringt man ein korrespondirendes Loch in der entgegengesetzten Querstange an. In diesem Loche oder in einem dasselbe ersetzenden Theile bewegt sich der andere Pfosten des großen Mittelrades, welches, da es keinen Zapfen eines Zeigers 2c. trägt, auch keiner über die große Platte hinaus verlängerten Welle bedarf.

Wir geben jetzt die Zahlen, welche für das Gehwerk, für die beiden Räder und die beiden Getriebe, welche dem großen Mittelrade vorangehen, angenommen worden sind.

Die Trommel hat 96 Zähne; sie greift in ein Getriebe von 12 Stöcken, welches von dem zweiten Rade (dem Zeitrade) getragen wird, das 80 Zähne hat und in ein Getriebe von 10 Stöcken eingreift, welches das große Mittelrad trägt. Wenn demnach die Trommel einen Umlauf in 64 Stunden macht, so beendet das zweite Rad einen Umlauf in 8 Stunden, und das dritte Rad einen Umlauf in einer Stunde. Hat die Feder $3\frac{1}{2}$ Windungen, so wird sie demnach die Uhr 224 Stunden, d. h. länger als 9 Tage, gehen lassen.

Was die andern Räder betrifft, welche dem großen Mittelrade folgen, und dieses mit einbegriffen, so sucht man die Zahl der Räder und der Triebstöcke auf die bekannte Weise. Wenn man die Zahl der Schwingungen bestimmt hat, die in einer Stunde gemacht werden sollen, eine passende Hemmung anwendet, dabei jedem Getriebe 6 Triebstöcke giebt, dem Hemmungsrade aber nur

29 Zähne, wobei jeder Zahn die Unruhe eine Schwingung machen läßt, so wird man folgende Zahlen für die Zähne der Räder finden.

	Zähne der Räder	Triebstöcke.	Umläufe in 1 Stunde.
Großes Mittelrad	60	6	1.
Kleines Mittelrad	54	6	10.
Kronrad	48	6	90.
Hemmungsrad	20		720.

Das Hemmungsrad macht demnach 720 Umdrehungen während einer Stunde, d. h., während das große Mittelrad eine Umdrehung macht. Wenn man nun 720 Umdrehungen mit 20 Schwingungen multiplicirt, welche das Hemmungsrad die Unruhe bei jeder seiner Umdrehungen machen läßt, so erhält man als Produkt 14400 Schwingungen in der Stunde, was die wesentliche Bedingung der Aufgabe war.

Bis hierher würde sich die Uhr noch nicht drehen, und wir werden nun sehen, wie man sie nach Belieben in 12 Stunden oder in 1 Stunde eine Umdrehung machen läßt. Beide Fälle sollen getrennt erörtert werden.

1) Damit die Spitze des Pfeiles ihre Umdrehung in 12 Stunden mache, verfährt man auf folgende Weise: Die Welle des zweiten Rades von 80 Zähnen geht durch die kleine Platte und wird außerhalb derselben vierseitig zugefeilt. Auf dieses vierseitige Ende wird vierkantig und fest ein Getriebe von 12 Stöcken aufgesetzt, welches in ein Rad von 18 Zähnen eingreift, das in dem Loche angebracht ist, welches in die Mitte der Bande des Rahmens gebohrt ist, welche sich auf der Seite der kleinen Platte befindet; oder man nimmt ein Getriebe von 16 Stöcken und ein Rad von 24 Zähnen, oder ein Getriebe von 26 und ein Rad von 30, oder endlich jede andern Zahlen, welche unter sich in demselben Verhältnisse stehen. Man wählt die passende Zahl, je nach dem Platze, welchen das Kaliber läßt, um gute und starke Zähne zu haben, fast wie ein gutes Schneckenrad. In allen Fällen muß das Rad auf der Querstange festgenietet werden,

und die Stöcke des Getriebes müssen innen sein und stark genug, um stets in das Rad einzugreifen.

Man begreift jetzt, daß, weil die Welle des Zeitrades ihre Umdrehung in 8 Stunden macht, sie gezwungen sein wird, $1\frac{1}{2}$ Umdrehungen zu machen, bevor ihr Getriebe von 12, 16 oder 20 Stöcken die 12 Stunden durchlaufen hat, und aus diesem Grunde wird der Pfeil seinen Umlauf erst in 12 Stunden vollenden.

2) Wenn es sich darum handelt, den Pfeil in einer Stunde sich umdrehen zu lassen, so ändert sich die Konstruktion des Gehwerks nicht, sondern die Veränderung geht nur aus der Disposition und den Zahlen des Rades und Getriebes hervor. Erinnern wir uns, daß das Zeitrad seine Umdrehung in 8 Stunden macht: man setzt demnach vierkantig auf die Achse dieses Rades ein Rad von 80 Zähnen, nietet in die Mitte der Querstange ein Getriebe von 10 Stöcken und erlangt so, daß sich das Räderwerk 8 Mal dreht, während das Zeitrad eine Umdrehung macht.

In beiden Fällen bohrt man ein Loch in den Mittelpunkt des Getriebes oder des Rades, welches man auf die Querstangen nieten muß, und läßt in diesem Loch den Zapfen des großen Mittelrades sich drehen, damit das Gehwerk dauerhaft aufgehängt sei.

Wenn der Pfeil seine Umdrehung in 12 Stunden beendigen soll, so ist es nöthig, andere Konstruktionen auf der Seite der großen Platte vorzunehmen. In diesem Falle bezeichnet der Pfeil die Stunden auf einem großen Spiegel, und die Eintheilungen sind groß genug, um zwischen ihnen kleine Abtheilungen anzubringen, welche die Minuten von 5 zu 5 oder von 10 zu 10 bemerklich machen.

Wenn aber diese Umdrehung in 60 Minuten oder einer Stunde vor sich gehen soll, so muß man ein Zifferblatt hinzufügen, auf welchem ein Zeiger die Stunden und ein anderer, wenn man will, die Minuten bezeichnet. Man bringt diesen Zeiger auf der Querstange

an, welche das Gehwerk trägt, und außerdem muß sich das Zifferblatt so darstellen, daß es, in welcher Position es sich auch in seiner doppelten Bewegung befinde, stets die Zahlen 12 und 6 in einer vertikalen Stellung zeigt. Folgendes Mittel, welches nicht zusammengesetzter ist, als das Vorgelegewerk einer gewöhnlichen Uhr, bringt diese dreifache Wirkung hervor.

Man bringt auf der großen Platte nach der Seite des Zifferblattes hin ein Rad von 48 Zähnen an, welches man auf dieser Platte mit 3 Schrauben befestigt und um 3 Millimeter mit einer runden Scheibe erhöht, die unter ihm angebracht wird und nur bis an die Zähne reichen darf. Der Mittelpunkt des Rades und der Scheibe wird weggenommen, damit die Welle des großen Mittelrades nicht behindert werde. Auf die Querstange des Rahmens wird ein Getriebe gebracht von 12 Stöcken (doch kommt auf die Zahl der letztern nicht viel an), dessen Zapfen von 2 Stegen getragen werden, von denen der eine unter der Querstange, der andere über derselben ist. Dieses Getriebe greift auf das in der Platte befestigte Rad von 48 Zähnen. Der Steg muß sich der Platte sehr nähern, aber nie dieselbe berühren, weil dadurch die Bewegung gehemmt werden würde. Deshalb pflegt man auch das Rad zu erhöhen. Das Zwölfergetriebe ist nur da, um die Bewegung unterhalb der Querstange nach oben überzutragen. Es muß lang genug sein, um zu gleicher Zeit in die drei Räder einzugreifen, von denen wir sprechen werden.

In der Mitte der Querstange und oberhalb des Loches, welches man in derselben angebracht hat, bringt man mit einer Schraube eine Welle von gehärtetem Stahl an, welche vollkommen senkrecht gegen die Platten stehen muß und genau auf der Verlängerung der Linie, welche durch die beiden Löcher des großen Mittelrades gehen muß. Auf dieser Welle bringt man drei koncentrische Räder an, von denen jedes auf einer Hülse steht, indem man zwischen ihnen einen kleinen Spielraum läßt, Sie haben alle drei denselben Durchmesser, wie das auf

der Platte befestigte. Das erste hat 48, das zweite 52, das dritte 48 Zähne. Das erste trägt auf einer Hülse den Minutenzeiger, das zweite trägt auf einer Hülse das Zifferblatt von Silber oder versilbertem Kupfer; das dritte trägt den Stundenzeiger. Wenn man dem Rade, welches das Zifferblatt trägt, nur 48 Zähne gäbe, so würde das Zifferblatt bei jeder Umdrehung eine Stunde voraus sein. Es ist dieß eine Wirkung, welche derjenigen der Trabantenräder des Herrn Pecqueur analog ist.

Noch bleibt eine Erklärung zu geben, um den Gang der Abgleichstange regelmäßig zu machen. Von den beiden Armen ist der eine kürzer als der andere; auf dem kürzeren bringt man das Gehwerk an, und der andere muß diesem das Gleichgewicht halten. Man findet dieses Gleichgewicht leicht, indem man den Pfeil auf die beiden Zahlen 3 und 9, dann auf die 12 und 6 stellt; aber das reicht noch nicht hin, sondern man muß unter der Spitze des Pfeiles und in der Richtung seiner Länge ein kleines Gewicht anbringen, welches von einer Stellschraube getragen wird, die man mittels eines Schlüssels bewegen kann, um das Gewicht nach Belieben von dem Aufhängungspunkte zu entfernen oder demselben zu nähern. Dieses Gewicht dient, um das Gleichgewicht zu berichtigen. Es ist die unerläßliche Nothwendigkeit eines solchen Gewichtes bei der Ausführung der letztgedachten Konstruktion erkannt worden.

Es wurden die Minuten auf einem großen Zifferblatte von 1 Fuß Durchmesser verzeichnet, und nachdem der Minutenzeiger auf das kleine Zifferblatt gesetzt worden, machte sich in der ersten Hälfte der Umdrehung des großen Zifferblattes eine Verzögerung von 12 Minuten auf dem kleinen Zifferblatte bemerklich, und diese Verzögerung wurde in der zweiten Hälfte der Umdrehung vollkommen ausgeglichen, woraus sich ergab, daß das Gleichgewicht nicht genau sei. Es wurde nun das ergänzende Gewicht hinzugefügt, wodurch es gelang, die

Bewegung so vollkommen zu regeln, das die Minutenzeiger auf das Genaueste mit einander stimmten. Dann wurde der kleine Zeiger von dem kleinen Zifferblatte wieder abgenommen.

Wenn man die chronometrische Abgleichstange vor einem als Zifferblatt dienenden Spiegel gehen lassen will, so hat man nicht nöthig, das Glas zu durchbohren; man dreht vielmehr eine Scheibe von Holz ab, in deren Mittelpunkte man eine kleine Welle von gehärtetem und polirtem Stahl befestigt, die aber stark genug ist, um die Abgleichstange zu tragen, ohne sich zu beugen, doch auch fein genug, um Reibungen zu vermeiden. Bevor man diese Welle härtet, bringt man eine Schraubenmutter in ihr äußeres Ende, um in derselben eine Schraube von Messing anzubringen, die zu verhüten hat, daß die Abgleichstange bei einer Erschütterung nicht von ihrem Platze weiche. Man nimmt diese Schraube ab, um die Abgleichstange abzunehmen, wenn man das Werk aufziehen muß. Man schneidet drei oder vier runde Stücke Löschpapier von derselben Größe, wie die Holzscheibe, klebt nun eins von diesen Papierstücken mit einem Kitt aus frisch gebranntem und gepülvertem Kalk und weisem Käse auf den Spiegel und läßt es trocknen, worauf man ein zweites und ein drittes Stück Papier mit Hausenblase darüber klebt. Nachdem Alles trocken geworden, leimt man endlich die hölzerne Scheibe mit Tischlerleim auf. Nach dem Trocknen kann man die Abgleichstange anbringen.

Diese Abgleichstange ist ein sehr bequemes Werkzeug, um sich eine Uhr auf dem Lande zu verschaffen; man schließt sie in ein Futteral, welches man mit sich nimmt; sie bleibt während der Reise im Gange, und wenn man an dem Orte seiner Bestimmung angelangt ist, so nimmt man sie aus dem Futteral heraus und bringt sie im Mittelpunkte eines dazu vorgerichteten Zifferblattes an, wo sie nach einigen Oscillationen in sehr kurzer Zeit die richtige Tageszeit anzeigen wird.

Vom Kaliber oder Grundriß der Stutzuhr.

Um irgend ein Werk der Uhrmacherkunst auszuführen, pflegt man davon jederzeit ein Kaliber oder einen Riß auf einer besondern Platte zu entwerfen, die nicht zu dem gedachten Werke gehört, mag man nun die Absicht haben, die Konstruktion irgend eines geschickten Künstlers nachzuahmen, oder sei es, daß man selbst so weit vorgeschritten ist, um eine neue Zusammenstellung auszuführen Es genügt dann nicht, auf die Idee einer solchen Zusammenstellung gekommen zu sein, sondern man muß auch noch einen Grundriß entwerfen, um sich ganz streng und in allen einzelnen Theilen von der Anordnung und von den Verhältnissen der Theile zu einander Rechenschaft zu geben. Beiläufig bemerken wir, daß die Abweichungen von angenommenen Konstruktionen blos aus dem Grunde, um etwas Neues zu schaffen, fast immer gefährlich und häufig fehlerhaft sich darstellen, weil sie nicht von der Erfahrung sanktionirt sind. Diese Erfahrung muß vom Studium begleitet sein, um, mit Aussicht auf Verbesserung, Neuerungen vorzunehmen.

Was nun den Grundriß anlangt, so beginnt man damit, auf starkes Papier oder auf ein Stück Pappe die Lage der Räder und der andern Stücke als Vertheilungsversuch zu verzeichnen, und nachdem man mehrere Kombinationen versucht und korrigirt hat, pflegt man endlich bei einer letzten, die nun von Fehlern freier und richtiger ist, zu verweilen, sie noch genauer und sauberer auf einer gut vorgerichteten Messingplatte zu verzeichnen. Man bedient sich dazu am besten eines Kaliberzirkels. Diejenigen Künstler, welche die größte Sorgfalt auf ihre Arbeiten verwenden, bedienen sich sogar eines Getriebezirkels, um die Durchmesser der Getriebe, im Verhältniß zur Zahl ihrer Triebstöcke und zur Größe der Räder, wie auch den Eingriff der Verzahnungen und folglich die richtige Stelle der Mittelpunkte der Rä-

der, genau zu verzeichnen. Es macht sich ganz besonders nothwendig, auf der Papier- oder Pappscheibe mit genügender Genauigkeit die berechneten Durchmesser der Räder zu bestimmmen, um sowohl diesen, als den Getrieben auf der Messingplatte, ihre richtigen Theilkreise zu geben, die sich einander nur berühren, ohne, wie die Verzahnungen, in einander einzugreifen. Man kann sodann einen zweiten äußern Kreis beschreiben, welcher jedem Rade den Zuschuß des Durchmessers giebt, für den Theil der Verzahnung, der über den Theilkreis hinausragt. Auf diese Weise bestimmt man am besten den erforderlichen Platz und Zwischenraum, so daß die Räder, welche mit einander nicht in Eingriff stehen, sich weder einander berühren, noch auch an andern Uhrtheilen reiben können, die in solchem Falle abgenommen und geschwächt werden müßten.

Gewöhnlich verzeichnet man auf einem und demselben Kaliber die Figur und die Dimensionen der Stücke, von denen mehrere über einander liegen, wie z. B. die inneren des Gehäuses, die in verschiedenen Höhen über einander liegen, und diejenigen, welche außerhalb der einen oder der andern Uhrplatte ihren Platz finden, und deren Projektionen auf demselben Grundrisse sich gegenseitig schneiden und durchkreuzen. Die Kenntniß ihrer Bestimmung und genaue Bekanntschaft mit dem Gegenstande überhaupt lehren sie leicht unterscheiden. Die Hauptseite des Kalibers enthält zugleich die Verzeichnung der innern Räder des Gehäuses, wie auch derjenigen außerhalb der Namenplatte liegenden; die andere Seite enthält eine Verzeichnung des Vorgeleges, der Kloben dieser Seite und anderer zum Vorgelege gehöriger Stücke. Da die Mittelpunkte der Räder von einer Seite bis zur andern der Platte durchbohrt sind, so erkennt man daraus die Lage der verschiedenen äußern und innern Theile zu einander, von denen manche Spindeln oder Zapfen oder andere Theile der Uhrplatten durchsetzen, um mit einander zu kommuniciren, oder entweder die Mittelpunkte oder auch ihre Lage zu bestimmen.

Man fängt damit an, die Oertlichkeit der Haupttheile zu bestimmen, wie es ihre Bestimmung, oder ein motivirter Gebrauch, oder das Ebenmaß des Aeußern erheischt, was indessen häufig nur erst ganz zuletzt in Berücksichtigung kommt. Z. B. das große Bodenrad, dessen Achse die Weiser trägt, muß nothwendiger Weise im Mittelpunkte des Zifferblattes liegen, wenn seine Abtheilung mit den Uhrplatten koncentrisch ist, und wenn es, wie hier geschieht, den ganzen Mechanismus einschließt und bedeckt. Daraus folgt nun, daß dieses Rad auch im Mittelpunkte der Uhrplatten liegen und zuerst eingesetzt werden müsse, weil die Wirkungen, welche es auf dem Zifferblatte hervorbringt, mit den meisten andern innern Wirkungen in Verbindung stehen müssen. Die Federhäuser, deren viereckige Zapfen für den Zweck des Aufziehens in zwei Löchern des Zifferblattes sichtbar sind, müssen ihren Mittelpunkt in gleichem Abstande von demjenigen der Zeiger und auch in gleicher Höhe haben, nicht blos der Symmetrie des Zifferblattes halber, sondern hauptsächlich deswegen, damit ihre Dimensionen den ganzen disponibeln innern Raum einnehmen, ohne den Rand der Uhrplatten zu überschreiten, so daß auch den andern Rädern der angemessene Raum übrig bleibt. Die Hemmung und ihr Rad müssen am höchsten Punkte der Uhrplatten angebracht werden, damit das Pendel, dessen Aufhängungsachse mit derjenigen des Hemmungsapparates zusammenfällt, wie auch die Linse, nicht zu tief in das Gehäuse hinabtrete, und daß die Länge des Pendels besser den gewöhnlichen Dimensionen der Gehäuse entspreche. Man wird sicherlich die Nothwendigkeit dieser ersten Bedingungen begreifen, die zur Basis des weiter unten erklärten Kalibers dienen und vor Allem den Grundsätzen einer guten Konstruktion entsprechen müssen. Da die andern Verbindungsräder des Gehwerkes und des Schlagwerkes obigen Theilen untergeordnet werden müssen, so ist auch die ihnen anzuweisende Stelle von derjenigen dieser Theile abhängig. Im Schlagwerke bestimmen z. B. die nothwendige Lage der Vorfälle und des Hammerstie-

les, welche in direkter Verbindung mit einigen Haupträdern stehen, auf dieselbe Weise die erstere Lage derselben, welcher sodann die Lage der andern Räder des Schlagwerkes untergeordnet ist. In der Regel werden die einzelnen, mehr accessorischen Theile zuletzt angebracht, weil sie sich häufig ohne Nachtheil auf verschiedene Art, je nach der Lage der andern Hauptstücke, anbringen lassen; indem man indessen die Hauptheile anordnet, muß man zugleich an die Nothwendigkeit denken, auch jenen einen schicklichen Raum für ihre vortheilhafteste Anbringung aufzusparen; denn es müssen nicht allein alle diese Theile mit einander in nothwendiger Verbindung stehen, sondern auch jeder derselben die günstigste Lage für die Sicherheit ihrer Wirkung erhalten. Unterweisung und Erfahrung sind die besten Führer bei dieser komplicirten, oft schwierigen Verbindung, welche eine sehr geübte Voraussicht in Anspruch nimmt.

Um das Kaliber zu entwerfen, ordnet man zuerst die allgemeine Vertheilung an, welche noch Modifikationen zuläßt, um die Theile derselben so zu reduciren oder zu vermehren, daß man endlich die Dimension und die Fixirung derselben bestimmt, wobei man die einen Theile für die andern im Verhältniß ihrer Wichtigkeit und der Vorzüge, die sie in Anspruch nehmen können, abändert.

Man zeichnet deshalb zuerst auf das Papier einen Kreis von der verlangten Größe des Gehwerks, welcher die Pfeilerplatte darstellt. Man theilt ihn senkrecht, indem man einen Durchmesser zieht, und schneidet denselben rechtwinkelig mittels eines horizontalen Durchmessers, welcher in seinem Schneidungspunkt den Mittelpunkt des Kreises trifft. Die vorläufige Operation findet bei allen Grundrissen und Kalibern von Stutzuhren, Taschenuhren u. s. w. statt. Wo sich diese beiden Durchmesser schneiden, ist der Mittelpunkt des großen Bodenrades oder des Minutenrades; man zieht den Kreis dieses Rades, welcher zum provisorischen Durchmesser ungefähr $\frac{1}{3}$ oder mehr

des Durchmessers der Pfeilerplatte bekommt, hier z. B. $\frac{9}{30}$. Man trägt den Radius dieses Kreises auf die beiden Enden des horizontalen Durchmessers, und zwar vertikal nach niederwärts, um darunter mit diesem Durchmesser eine Parallellinie zu ziehen, welche von ihm um die ganze Länge dieses Radius, minus ungefähr $\frac{1}{2}$ Linie, entfernt ist. Diese Parallellinie wird die Mittelpunktslinie für die beiden Federhäuser abgeben, denn wenn das Rad gezeichnet worden ist, wie die Breite seines Kranzes, welche hier $1\frac{1}{4}$ Linie beträgt, so wird ungefähr durch die Mitte der Breite dieses Kranzes die Parallellinie mit dem horizontalen Durchmesser laufen. Die Punkte für die beiden Mittelpunkte der Federhäuser müssen auf dieser Parallele gesucht werden. Der äußere Durchmesser der Verzahnung jedes Federhauses ist ziemlich $\frac{16}{36}$ desjenigen der Uhrplatte. Man sucht also diese beiden Mittelpunkte mit der Hälfte dieser Entfernung, um die Federhäuser dergestalt zu verzeichnen, daß der Rand ihrer Verzahnung noch innerhalb des Randes der Platte, wenigstens um $\frac{1}{8}$ Linie auf jeder Seite, liege, und daß auch zwischen den beiden Federhäusern auf der senkrechten Linie (dem senkrechten Durchmesser) ein Zwischenraum von ungefähr einer halben Linie übrig bleibe, damit die Verzahnungen sich niemals berühren, wie in Fig. 172, und im Kaliber von halber Größe der Figur 173 zu sehen ist. Diese Figur ist auf die Hälfte der Fig. 172 reducirt, deren Dimension im Durchmesser $3\frac{1}{4}$ Zoll betrug. Alle einzelnen Theile sind in letzterer Figur in natürlicher Größe angegeben. Nach einer andern Art, die Entfernung zwischen dem horizontalen Durchmesser der Uhrplatte und der Parallellinie für die Mittelpunkte der Federhäuser zu messen, findet man, daß sie ziemlich $\frac{1}{7}$ des Durchmessers der Uhrplatte beträgt.

Es ist also leicht, die Dimensionen und die Stelle dieser drei Haupträder zu bestimmen, mit denen man den Anfang machen muß.

Derjenige Theil des Gehwerkes, den man zunächst verzeichnen muß, ist der Anker D mit halber Ruhe, des-

sen Mittelpunkt sich auf der Linie des vertikalen Durchmessers, im obern Theil der Uhrplatte, jedoch so weit zurücktretend von ihrem Rande, befinden muß, daß derselbe niemals bei den größten Schwingungen der Hemmung von seinen Armen überschritten wird.

Indem auf diese Weise die Aufhängungsachse, stets im Niveau mit derjenigen der Hemmung, so viel wie möglich erhöht wird, reicht die Länge des Pendels möglichst wenig unten über die Uhrplatten hinaus, und es läßt sich dann leichter die nöthige Tiefe des Gehäuses finden.

Die beiden andern Räder des Gehwerkes, das kleine mittlere und das Hemmungsrad, welche sich im Durchmesser fast gleich sind, der etwa den achten Theil desjenigen der Uhrplatte beträgt, kommen ziemlich in gerader Linie über das Minutenrad zu liegen, und zwar das kleine mittlere Rad, welches ein klein wenig größer ist, als das Hemmungsrad, wird ungefähr um eine Linie mehr nach rechts vom verzeichneten senkrechten Durchmesser, und das Hemmungsrad, wenn auch nur ein wenig kleiner, ebenfalls um eine Linie nach links von diesem Durchmesser gestellt. Es würde ohne Zweifel weit leichter gewesen sein, diesen beiden Rädern nur die nothwendigen Durchmesser zur Erreichung des Ankers zu geben, aber die Erfahrung lehrt, daß diese wenig wichtige Bedingung für Verbesserung in ihrem Gefolge die Schwierigkeit habe, jeden Zahneingriff im richtigen Grade herzustellen, ohne eine benachbarte Radverbindung zu verdrängen und zu stören. Macht man dagegen die Räder ein wenig größer und bringt man ihre Mittelpunkte außerhalb der Vertikallinie an, so kann man den Mittelpunkt jedes Rades besonders verändern, um die gewünschte Tiefe seines Eingriffes zu erhalten, je nachdem man den Mittelpunkt mehr oder weniger der geraden Linie nähert, ohne dabei eine andere Radverbindung zu stören.

In dem Maße, als sich die Räder von der Triebkraft entfernen, vermindert man gewöhnlich den Durch-

messer, wie die Dicke derselben, und folglich auch das Totalgewicht, um zum Theil die Reibung ihrer Zapfen und die Trägheit zu überwinden, welche diese Räder der Fortpflanzung der Kraft entgegensetzen, die noch rascher in der Aufeinanderfolge der Hebel geschwächt wird. Diese Verminderung des Durchmessers macht sich besonders bemerklich, wenn man das kleine Mittelrad mit dem großen Bodenrade vergleicht, ohne noch dadurch sonderlich die Reduktion der Kraft durch den Hebel zu erreichen; aber die Dimensionen der Hemmung werden ein Hinderniß für dieses richtige Verhältniß, weil man auch ziemlich viel Raum zwischen den Zähnen des Steigrades anbringen muß, damit die Ruhe- und Stoßflächen hier schickliche Dimensionen finden, und damit die Wirkungen derselben hinlänglich merklich werden. Dieser Beweggrund, in Verbindung mit der gewünschten Zahl von Umläufen, beschränkt die Reduktion der letztern Räder, die hier einander beinahe gleich sind und eins wie das andere einen Durchmesser haben, welcher ungefähr den achten Theil des Durchmessers der Uhrplatte beträgt; indessen ist das letzte Rad hier immer etwas kleiner als das andere.

Nun gilt es noch, das erste große Rad des Gehwerkes, das sogenannte Zeitrad, anzubringen, welchen Namen es daher hat, weil die Zahl der Triebstöcke seines Getriebes und diejenige seiner Zähne die Zeit oder die Zahl der Tage reguliren, während welcher die Uhr gehen soll. Denn während das große Bodenrad, auch Minutenrad genannt, stündlich einen Umgang vollendet, so sind die Zähne der folgenden Räder und die Länge des Pendels dergestalt berechnet, daß das Minutenrad täglich 24 Umgänge macht; aber die Zahl der Tage oder die Zeitlänge des Ganges der Uhr ist abhängig von der Zahl der Touren der Feder im Federhause und von der Zahl der Umgänge des letzteren und des Zeitrades, welche hervorgebracht werden durch die Zahl der Zähne, die sie besitzen, und von derjenigen des ersten Getriebes.

Der Durchmesser des Zeitrades von 75 Zähnen hält ungefähr die Mitte zwischen denen des Federhauses und des großen Bodenrades, kommt aber dem Durchmesser dieses letzteren näher. Dieser Durchmesser ist hier etwas größer, als der dritte Theil des Durchmessers der Uhrplatte, indem er $\frac{11}{30}$ desselben ausmacht. Aber diese Größe, die eben nicht sehr wichtig ist, kann ein wenig vermehrt oder vermindert werden, denn seine Lage, die abhängig ist von seinem Eingriff mit dem Achter-Triebe des großen Bodenrades und von demjenigen seines Zwölfer-Triebes mit dem Federhause, kann im Räderwerke keine Behinderung verursachen und findet reichlichen Raum im Gehäuse. Man bestimmt die Lage des Mittelpunktes dieses Rades durch eine Oeffnung des Zirkels, welche den Theilrißradius des Federhauses nebst demjenigen des Theilrisses des Zwölfer-Getriebes enthält, und mit dieser Oeffnung beschreibt man aus dem Mittelpunkte des Federhauses eine erste Kreisportion gegen den Ort hin, welchen der Zapfen des Zeitrades einnehmen soll; dann mit einer andern Oeffnung des Zirkels, welche den Theilrißradius des Zeitrades, nebst dem Theilrißradius des Achtergetriebes des großen Bodenrades enthält, beschreibt man aus dem Mittelpunkte dieses Getriebes einen Kreisbogen, welcher den ersten durchschneidet, und der Schneidungspunkt giebt den Mittelpunkt fürs Zeitrad.

Auf dieselbe Weise muß man nun die Stelle für jedes Rad des Schlagwerkes auffinden, dessen Lage so ziemlich durch seine Wirkungen bestimmt wird. Das Federhaus des Schlagwerkes ist schon verzeichnet. Das erste große Rad des Schlagwerkes mit 63 Zähnen trägt auf seinem bis über den Kleinboden verlängerten und viereckig gestalteten Zapfen das Schloßrad oder die Schloßscheibe C, Fig. 173, welche den Rand ihres Kranzes dem messerartigen Vorfall im Punkte m darbieten muß; außerdem hat dieses Rad von 63 Zähnen Kraft nöthig, um das Schlagnägelrad zu führen, dessen Bewegung einen starken Widerstand durch die Wirkungen des Ham-

mers erfährt. Deshalb muß der Hebel oder der Radius des Rades mit 63 Zähnen kürzer sein, um mehr Kraft zu haben. Der Durchmesser des Rades mit 63 Zähnen beträgt etwa $\frac{13}{48}$ vom Durchmesser der Uhrplatte, d. h. etwas mehr, als den vierten Theil desselben. Im Räderwerke des Gehwerkes wird es, gleich dem Zeitrade, nur zuletzt angebracht.

Das Rad mit 70 Zähnen, welches unten mit zehn Stiften versehen ist, muß seinen Platz am Rande der Uhrplatte finden, wo sich nothwendig die Hammerachse vorfindet, damit dieselbe so weit als möglich von der Glocke entfernt sei. Letztere darf nicht über die Uhrplatten hinausragen. Das Anlaufrad, mit 63′ bezeichnet, muß ebenfalls am Rande der Uhrplatte liegen, damit der einzige Stift (der Anschlagstift), den es trägt, am obern Ende e, Fig. 172, des messerförmigen Vorfalles tangentenartig anschlagen könne. Das Vorbereitungsrad (roue de préparation) 56 besitzt auch einen augenblicklich angehaltenen Stift, der aber dann wieder freigelassen wird von dem Vorfalle des Vorgeleges, der in das Gehwerk durch eine Oeffnung der großen Uhrplatte nach gs, Fig. 174, vordringt. Das Windrad (Windfang) 7 erheischt auch viel freien Raum für den Umschwung seiner Windflügel, die möglichst groß sein müssen. Dabei muß auch der Windfang so entfernt wie möglich von den Rädern des Gehwerkes sein. Aus allen diesen Bedingungen ergiebt sich, daß alle Schlagwerkräder, mit Ausnahme des ersten großen Rades 63, an den Rand der Uhrplatten gebracht werden müssen.

Die Maße dieser Räder sind angegeben in Fig. 172 und in dem Kaliber von halber Größe Fig. 175. Ihre Lagen lassen sich durch ähnliche Bogenschnitte bestimmen, wie wir für das Zeitrad angegeben haben. Und im Falle einer verschiedenen Dimension der Uhrplatten und folglich des ganzen Kalibers vergleicht man den Durchmesser jedes Rades, des Schlagwerkes mit einem Durchmesser der Uhrplatte: oder wenn man in Zollen und Linien zwei Maßstäbe aufstellen will, den einen von der

Dimension des Durchmessers der Fig. 172 und den andern von der Dimension des neuen gewählten Durchmessers, so messe man die Größen der in Kupfer gestochenen Theile nach dem Maßstabe, der sich auf diese bezieht, und nachdem man die Zahl der Linien, die man gefunden hat, aufgezeichnet, so nimmt man ebenso viel Linien auf dem andern Maßstabe, welcher sich auf die neue angenommene Größe bezieht, und man wird auf diese Weise Räder in denselben Verhältnissen zu einander erhalten.

Wir müssen auch hier noch bemerken, daß der Umlaufkreis der Flügel des Windrades nicht über den Rand der kleinen Uhrplatte übergreifen dürfe, um nicht die innern Wandungen des Gehäuses zu berühren. In Figur 172 sind diese Flügel ein wenig größer, als nöthig ist, aber man arbeitet von vorn herein den Windfang immer ein wenig zu groß, um dann die Flügel so viel zu verkleinern, als zu seiner Geschwindigkeit erforderlich ist.

Wir überlassen nun der Intelligenz des Lesers das Studium der Theile des Vorgeleges, wie auch der Sperräder und des Vorfalles des Vorgeleges, die sich aus den Figuren ganz deutlich ergeben. Diese Theile werden gewöhnlich auf die Hinterseite des Kalibers gezeichnet, und zwar mit Hülfe von Löchern, die im Mittelpunkte der innern Räder gestochen werden. Man kann auch auf der Rückseite die Theile verzeichnen, welche mit dem Innern der kleinen Platte verbunden sind, wo sie sich dann darstellen als geometrisch, durch die große Platte betrachtet, wenn man dieselbe als durchsichtig annimmt. Die erste und Hauptseite des Kalibers kann die Fig. 172 und 173 enthalten und auch noch durch die Linien der andern Räder hindurch den Kreis des Schloßrades C, Fig. 173, denjenigen des Grundrisses des Unruhklobens D, a, m, l, g, r, der Gabel a′ t″ t, des Hammers i″, seines Stieles und seiner Zwinge h′, der Gegenfeder u, v, w und seines Fußes F, des Fußes und der Stütze der Glocke E, o, k, des Regulirknopfes r u. s. w.

Häufig läßt man auch die Angabe aller dieser accessorischen Theile weg, um das Kaliber nicht zu überladen; nothwendig muß man aber die Stelle und den Durchmesser der vier Pfeiler E, F, G, H der Fig. 172, sowie auch die Stelle der Kloben und Stege bezeichnen. Wir haben es vorgezogen, diese Theile an ihrer Stelle in den drei Figuren zu vertheilen, um nicht eine jede derselben zu überladen. Uebrigens enthalten die meisten Kaliber nur die Durchmesser der Räder und die Pfeiler, wie in Fig. 175 und höchstens noch die Vorfälle.

Wenn man auf diese Weise auf dem Papiere das Kaliber ganz berichtigt aufgetragen hat, so nimmt man davon eine saubere Kopie auf dünner Pappe, die sehr glatt sein muß, wie z. B. die sogenannte Bristol-Pappe, und wenn man nach reiflicher Ueberlegung die Zeichnung angenommen hat, so trägt man sie definitiv auf eine dünne, gut auf beiden Seiten abgeglichene Messingplatte über, wo man zuerst den ganzen Durchmesser der Pfeilerplatte verzeichnet, und dann eben so sauber als richtig alle Linien der oben erwähnten Papptafel. Ehe man die Theile verzeichnet, welche sich auf der Rückseite des Kalibers befinden, muß man, wie sich von selbst versteht, erst ganz gerade Löcher im Mittelpunkte jedes Rades der Hauptseite nach der muthmaßlichen Größe der Zapfen stechen, damit man dieselben Mittelpunkte auch auf der Rückseite bekomme, wo das Vorgelege oder ein Theil desselben bezeichnet werden soll. Man sticht auch Löcher in den Mittelpunkt jedes Pfeilers, um die Stelle derselben auf der Rückseite zu erkennen.

Man fügt auch dem Kaliber im Grundrisse ein zweites Kaliber der Profile hinzu, welches einfach ein Profil genannt wird. Dieses ist nämlich ein geometrischer Aufriß des Räderwerkes, nach einer und derselben Linie auf einer länglichen Messingplatte verzeichnet, wo die Höhen der Räder im Gehäuse und ihre Dicken angegeben sind. J. Berthoud hat auch dieses Mittel angewendet, um deutlicher die Verkettungen der Wirkungen eines Rades auf das andere anzuzeigen, wie in Fig. 176 ersichtlich

ist. In dieser Figur findet man die Details, welche in Fig. 172 bis 174 im Grundrisse angegeben sind, im Aufrisse ausgeführt. Diese Anordnung, welche im Bezug auf die geradlinige Anordnung fingirt, aber, was die Höhe im Gehäuse anlangt, ganz wahrhaftig ist, bestimmt ganz genau die Höhen der Räder und der Getriebe auf ihren Achsen, die Länge der letzteren, ihre Dicke ꝛc.; sie hilft die Theile erkennen, die im Grundrisse verdeckt sind und in verschiedenen Höhen liegen; sie erleichtert es unserer Vorstellungskraft, die Anordnungen in der Richtung der Höhe aufzufassen, wobei man sich immer an die Verhältnisse des Grundrisses hält.

Roberts' in Manchester Vorrichtung, um nach einem gegebenen Modelle Löcher in die Platten von Uhren zu bohren.

Sollen nach einem Originale Uhren in einem kleineren oder größeren Kaliber gefertigt werden, so ist es wichtig, Maschinen zu besitzen, mittels welcher sowohl die Räder und Getriebe reducirt, als auch die Löcher für die Zapfen in die beiden Platten gebohrt werden können. Das letzterer Maschine zu Grunde liegende Princip ist das der Pantographen. Auf einer festen Unterlage sind zwei einen Zoll ins Gevierte starke Eisenstäbe parallel neben einander in einem mäßigen Abstande gelagert, von denen der eine fest aufliegt, der andere aber um eine Achse, nahe an dem einen Ende, sich in vertikaler Richtung bewegen läßt. Hierzu dient am entgegengesetzten Ende ein Griff und nahe der Achse am kurzen Arme ein Gegengewicht. Diese Stäbe tragen die Lager für zwei Wellen. Die eine Welle, welche unter rechtem Winkel die beiden Barren überlagert, trägt an einem Ende die Normal-Uhrplatte mit den gebohrten Löchern, nach welcher z. B. kleinere gefertigt werden sollen. Am entgegengesetzten Ende ist ein Stirnrad aufgebracht. Die zweite parallele Welle trägt die zu mar-

firende Platte, auf welcher nach dem Vorbilde jener die Löcher angedeutet werden sollen, um sie dann später an den angegebenen Stellen zu bohren, am entgegengesetzten Ende ein Stirnrad. Beide Stirnräder stehen mit einem dritten, zwischen beiden gelagerten im Eingriffe. Dieses letztere kann, je nach der Größe der zu bearbeitenden Platten, höher oder tiefer gestellt, die beiden anderen folglich einander genähert oder entfernt werden. Wird nun die Normalplatte gedreht, bis der Markirstift, gegen die Platte senkrecht geführt, in ein Loch trifft, so wird auch der Markirstift an der zu bezeichnenden Platte die entsprechende Stelle markiren. Mit Hülfe einer solchen Vorrichtung kann ein Knabe mit Leichtigkeit die Zapfenlöcher auf den Platten bezeichnen. (Amtlicher Bericht über die Londoner Industrie-Ausstellung. I. Theil, Seite 914.) —

Dieses sind die hauptsächlichen Operationen und die Rücksichten, welche genommen werden müssen, wenn man das Kaliber einer Pendeluhr entwerfen oder auch nur kopiren will.

In den Stubenuhren wendete man sonst nur die Spindelhemmung mit horizontalem Steigrade an, und zwar mittels eines Kronrades, welches das Getriebe der Hemmung, deren Achse vertikal war, führte. Das leichte Pendel hatte sehr ausgebreitete Schwingungen, um ihm größere Geschwindigkeit und Macht zu verschaffen; aber wegen der Wechsel der Triebkraft regulirte es sehr schlecht, denn die Differenzen in der Dauer der Schwingungen sind bekanntlich bei den großen Schwingungen beträchtlicher, als bei den kleinen, die sich schon mehr dem Isochronismus nähern, aber letztere erhalten nur Kraft durch die große Masse der Linse. Nun waren die damals gebräuchlichen Aufhängungsarten nicht im Stande, das Gewicht der Linse ohne andere Nachtheile zu tragen. Bis zur Erfindung des Ankers von Clement mit seinem flachen sperrradförmig geschnittenen Rande kannte man keine andere Art der Hemmung. Diese Art des Rades ist geblieben und findet noch immer Anwendung, aber der

Anker hat mehrere Modifikationen erfahren. Eine derselben, unter dem Namen „Anker mit halber Ruhe", ist noch heut zu Tage gebräuchlich, siehe D, Fig. 172. Auch wendete man in neueren Zeiten den dreieckigen Anker, Fig 177, an, und nannte ihn wohl den dachförmigen Anker. Er nähert sich so ziemlich dem Graham'schen Anker, umfaßt aber weniger Zähne des Rades. Diese Konstruktion eignet sich sehr gut, die Größe des Ausschlagwinkels zu reduciren, indem die Pendellinse sonst, zumal bei gewissen Formen des Gehäuses, leicht anschlägt.

Dieselben Grundsätze, welche auf die Verfertigung des Kalibers einer Pendeluhr Anwendung leiden, eignen sich auch für das Verzeichnen des Kalibers der Taschenuhr und jeder Art von Uhren.

Elftes Kapitel.

Beschreibung verschiedener Pendeluhren.

Pendeluhr mit vereinfachter Konstruktion. Von Alois Löffler in Wien*).

Seit Kurzem ist im Lokale der höheren Gewerbschule in Hannover zu Jedermanns Ansicht eine Uhr aufgestellt und in Gang gesetzt, die in mehrfacher Beziehung Aufmerksamkeit verdienen dürfte.

Genannte Uhr, vom Uhrmacher Löffler in Wien (Stand Nr. 1153) konstruirt und in Oesterreich patentirt, befand sich auf der vorjährigen österreichischen Gewerbeausstellung, woselbst sie vom Direktor Karmarsch und Prof. Rühlmann angekauft wurde.

Es ist diese Uhr für den Hausgebrauch bestimmt, jedoch ganz nach Art der Wandchronometer (s. g. Regulatoren) ohne Schlagwerk gebaut, mit Stunden-, Minuten- und Sekundenzeiger versehen und einem schön gearbeiteten Zifferblatte von $8\frac{1}{2}$ Zoll hannöv. Durchmesser.

---

*) Notizbl. des Gewerbevereins für Hannover. 1846.

Abgesehen vom Stundenwerke, was ganz auf bekannte Weise eingerichtet und angebracht ist, enthält die ganze Uhr nur ein Getriebe und zwei Räder, nämlich ein Steigrad mit 60 Zähnen, letztere für den Eingriff eines Graham'schen Ankers gestaltet, ein Steigradgetriebe mit 8 cylindrischen Stöcken und ein Minutenrad mit 240 Zähnen. Hierdurch wird die Uhr ungewöhnlich vereinfacht und Achsen- wie Zahnreibung verhältnißmäßig vermindert, Dinge, die auf einen sicheren, gleichförmigen Gang nicht ohne wesentlichen Einfluß sein können.

Zufolge der bemerkten Anordnung und Zähnezahl muß das Steigrad in zwei Minuten einen Umgang machen und deshalb auch der Sekundenzeiger in derselben Zeit und zwar nach entgegengesetzter Richtung des Minuten- und Stundenzeigers einen Umgang verrichten.

Die bewegende Kraft bilden zwei höchst geringe Gewichte, nämlich ein Ganggewicht von 24 Loth und ein Gegengewicht von 7 Loth. Beide Gewichte sind an losen Rollen und diese wieder an einer seidenen Schnur ohne Ende aufgehangen*), wobei zugleich die Einrichtung getroffen ist, daß die Uhr ihren Gang auch während des Aufzuges fortsetzt. Zu letzterem Ende ist an der Minutenwelle eine kleine Schnurscheibe angelöthet, überdieß aber eine zweite mit Sperrad und Sperrkegel versehene Schnurscheibe angebracht, die völlig vom Gehwerke getrennt ist; über beide der sogenannten Scheiben wird die vorgedachte Schnur ohne Ende einfach weggeschlagen. Um das Rutschen der Schnur zu verhindern, sind in den größten Vertiefungen der Schnurrinnen im Umfange jeder Rolle sehr feine, kurze Spitzen eingesetzt. Endlich haben die beiden Rolldurchmesser ein solches Verhältniß zu einander, daß die Uhr nur alle 8 Tage aufgezogen zu werden braucht.

---

*) Hierdurch reducirt sich die ganze wirksame Triebkraft auf das Gewicht von $8\frac{1}{2}$ Loth.

Außerdem zu erwähnen ist noch eine höchst einfache, sinnreiche Abfallsregulirung, vermittelst einer excentrisch belasteten Scheibe, ferner daß die Uebertragung der Bewegung vom Steigrade zum Pendel ohne die sonst gewöhnliche Gabel bewirkt wird. Die Pendelstange ist aus Tannenholz gefertigt, die ganze Uhr in ein recht gefälliges, 6 Fuß hohes Mahagonigehäuse mit Glasthür eingeschlossen, so daß die Uhr selbst als Zimmerverzierung auftreten kann. Endlich ist der Preis der Uhr derartig gering, daß die Herstellung dafür kaum glaubhaft erscheint.

Wenn man nach allem bisher von der Uhr gesagten auch bemerken dürfte, daß absolut neue Erfindungen dabei wenig oder gar nicht vorkommen, so ist dennoch zu beachten, daß es immerhin Anordnungen sind, die wohl bei sogenannten Regulatoren, nicht aber bei Uhren angebracht wurden, die Güte nebst Billigkeit in sich vereinigen und für den alltäglichen Gebrauch bestimmt sind. Letzteres ist überhaupt als eine recht oft vorkommende Erscheinung zu rügen, indem man sinnreiche, zweckmäßige Konstruktion wohl bei Kunstwerken und Gegenständen von hohem Preise, aber selten oder niemals dort anzubringen versteht, wo es sich beim Verkaufe um sogenannte Marktpreise handelt.

Henry Robert's, Uhrmachers zu Paris, chronometrischer Zähler und tragbare Pendeluhr mit Wecker*).

Die Vorrichtung, deren sich Herr Robert bei seiner tragbaren Weckerpendeluhr und seinem Zähler bedient, besteht in einem doppelten Sekundenzeiger nach Art derjenigen, welche die französischen Uhrmacher aiguilles trotteuses zu nennen pflegen. Einer dieser Zeiger bleibt nämlich augenblicklich stehen, sowie die Hand auf einen

*) Bulletin de la Société d'encouragement.

eignen zu diesem Zwecke eingerichteten Vorfall oder Ausheber wirkt; sein Zifferblatt hat eine Eintheilung, durch welche die Bruchtheile der Sekunden in Fünfteln angegeben werden. Dieser Zeiger bleibt unbeweglich, während der Beobachter die Zeit, die er andeutet, aufzeichnet; sowie dieß geschehen und sowie der Vorfall mit der Hand nach entgegengesetzter Richtung bewegt wird, so beginnt der Zeiger rasch zu springen, bis er jenen Zeiger, der seinen Lauf unterdessen fortsetzte, wieder eingeholt, wo er sich dann lange gemeinschaftlich mit diesem letztern bewegt, bis man zum Behufe einer neuen Beobachtung wieder dasselbe Verfahren beginnt. Mit Hülfe dieses Instruments lassen sich ohne Mühe und mit großer Genauigkeit alle jene Beobachtungen anstellen, bei welchen die Astronomen, Ingenieure und Mechaniker die Zeit zu messen pflegen.

Die sogenannten Zähler (compteurs) sind kleine Reisependeluhren; sie bestehen: 1) aus einem Gehwerke, welches zum Messen der Zeit dient; 2) aus einem Nebenmechanismus, durch welchen ein Zeiger in dem Augenblicke, in welchem man auf einen Vorfall oder Ausheber drückt, stehen bleibt und auf einem Zifferblatte die Sekunde und deren Bruchtheile, in Fünfteln ausgedrückt, andeutet. Dieser Zeiger kommt später wieder in Gang und durchläuft mit einem Sprunge den Bogen des Zifferblattes, der die Zeit angiebt, während welcher er stehen geblieben ist; 3) aus einem Weckerschlagwerke, welches des Morgens als Wecker, oder zu andern Zeiten dazu dienen kann, den mit anderen Arbeiten beschäftigten Beobachter aufmerksam zu machen, daß die Zeit, zu welcher eine Beobachtung gemacht werden soll, gekommen ist.

Herr Robert ändert diese Art von Schlagwerk nach Geschmack und nach Umständen verschieden ab. Für Leute, die sich desselben bedienen, wendet er z. B. einen einfachen Wecker an, wie man sich dessen gewöhnlich bedient, und welcher aus einem Räderwerke besteht, das jedesmal, so oft man geweckt werden will, aufgezogen

und auf den Augenblick, zu welchem das Schlagwerk abgehen soll, gerichtet wird. An den Uhren für Leute, die jeden Tag zu einer und derselben Stunde aufstehen müssen, bringt er einen Wecker mit dreifacher Wirkung an, der jeden Morgen um dieselbe Zeit abgeht, so lange er nicht anders gestellt wird. Will man nicht geweckt sein, so dreht man den Wecker auf das Wort Silence (Schweigen); befürchtet man aber, daß man, z. B. auf einer Reise oder bei einer sonst wichtigen Gelegenheit bei dem Reveil ordinaire (dem gewöhnlichen Wecker) verschlafen könnte, so richtet man denselben Zeiger auf die Worte Grand Reveil (großer Wecker), wo dann gewiß zur verlangten Stunde ein solcher Lärm entstehen wird, daß selbst der stärkste Schläfer darüber erwachen müßte.

4) Endlich bestehen diese Zähler aus einem Räderwerke für das Schlagwerk, ähnlich jenem der gewöhnlichen Stockuhren. Diese Vorrichtung verträgt sich besser mit dem einfachen Wecker, als mit dem Wecker mit dreifacher Wirkung. Uebrigens lassen sich auch noch alle übrigen in der Uhrmacherkunst gebräuchlichen Vorrichtungen, wie z. B. eine der gewöhnlichen Repetition, das große Schlagwerk 2c., an den Zählern anbringen.

Fig. 196 zeigt das Zifferblatt des Zählers: A ist der Minuten- und B der Sekundenzeiger; E ist ein Zeiger, dem man dreierlei verschiedene Stellungen geben kann. Wird er auf das Wort Reveil ordinaire gerichtet, so läßt sich das Schlagwerk alle 24 Stunden einmal zu einer im voraus bestimmten Stunde vernehmen, ohne daß man die Feder deshalb täglich aufzuziehen braucht. Richtet man hingegen den Zeiger auf das Wort Grand Reveil, so dauert der Lärm viel länger, und richtet man ihn endlich auf das Wort Silence, so bleibt das Schlagwerk selbst dann still, wenn der Weckerzeiger über den Punkt O gegangen.

R ist ein Weckerzeiger, welcher sich innerhalb 24 Stunden einmal umdreht; er deutet die Zeit an, um welche der Wecker abgehen soll.

S sind zwei übereinander befindliche und miteinander gehende Sekundenzeiger. Rückt man den Riegel von V nach V', so bleibt einer dieser Zeiger stehen und deutet die Bruchtheile der Sekunden in Fünfteln an. Man notirt sich dann den Augenblick der Beobachtung und schiebt hierauf den Riegel wieder von V' nach V zurück, wo dann der stehengebliebene Zeiger mit einem Sprunge den Zeiger einholt, der sich indessen vorwärts bewegte und denselben nicht mehr verläßt, ausgenommen man verschiebt den Riegel V neuerdings wieder.

Wie verhütet man das falsche Schlagen der Schlagwerke mit Schloßscheiben bei Pendeluhren?

Wenn man am Ende der Zeit, nach welcher die Uhr wieder aufgezogen werden soll, das Aufziehen vergißt, so bleibt, da im Allgemeinen die Feder des Schlagwerkes kürzer ist, als diejenige des Gehwerkes, das Schlagwerk einige Zeit vor dem Gehwerke stehen, hält also nicht mehr Schritt mit diesem, und zieht man nachher die Uhr auf, so dauert die zwischen dem Geh- und dem Schlagwerke veranlaßte Disharmonie fort. Man macht die Feder des Gehwerkes länger als jene des Schlagwerkes, damit erstere am Ende der Zeit, durch welche die Uhr zu gehen und zu schlagen hat, noch nicht ganz abgewickelt ist, und daher immer noch eine konstante Kraft besitzt, denn sonst würde gegen Ende der besagten Zeit die Feder schon ganz abgewickelt und ihre Kraft dadurch so vermindert sein, daß die Uhr zu spät gehen oder stehen bleiben müßte. Die Feder des Schlagwerkes braucht weniger Gleichmäßigkeit der Kraft, und deswegen macht man sie aus Sparsamkeit kürzer.

Eine andere Ursache des unrichtigen Schlagens tritt in Wirkung, wenn aus irgend einem Grunde das Räderwerk nicht ganz frei ist; es erhebt sich da die Auslösung, ohne daß der Feder Kraft genug bleibt, das

Räderwerk laufen zu machen. Der Vorfall fällt dann zurück, bevor der Windfang die nöthige Anzahl Umläufe gemacht hat, und das Schlagwerk wird sich dann manchmal erst in der nächsten Stunde hören lassen, dabei aber, sowie zu allen folgenden Stunden, einen Schlag zu wenig thun.

Endlich schlägt die Uhr auch unrichtig, wenn man die Zeiger nach vorwärts dreht, ohne abzuwarten, bis die Stunde ganz ausgeschlagen hat, oder wenn man den Minutenzeiger über den 60sten Minutenpunkt hinaus, oder dann zurückdreht, wenn die Auslösung, um das Aushalten der Schläge zu bewirken, gehoben wurde. Es ist zwar in allen diesen Fällen das Schlagwerk mit den Zeigern wieder in Uebereinstimmung zu bringen; allein das Publikum kennt gewöhnlich die Ursachen des irrigen Schlagens eben so wenig, als die Mittel, dasselbe abzustellen, und fürchtet übrigens, durch Richten das Räderwerk zu verderben. Es ist demnach besser, anstatt der Schlagwerke mit Schloßscheibe, sich solcher Rechen zu bedienen, welche den Minutenzeiger mit dem Finger weiter zu bewegen gestatten, ohne daß man das Schlagen abwartet; die Uhr schlägt dann nie falsch, aber man wird den Minutenzeiger nicht über die Minutenziffer 60 hinaus zurück richten, und dieses Zurückrichten auch dann nicht unternehmen dürfen, wenn einige Minuten vor dem Schlagen der Stunde die Auslösung gehoben ist.

Robert Houdin hat nun eine sehr einfache und sinnreiche Modifikation an den Schlagwerkrädern angebracht, die, ohne irgend eine namhafte Auslage, auf alle Pendeluhren angewendet werden kann, und deren Zweck ist, zu bewirken, daß, wenn das Schlagwerk irrig schlägt, dasselbe bis zu der Stunde schweigt, wo die Zeigeranzeigen mit dem Schlagen übereinstimmen. Wie dieses bewirkt wird, ersieht man aus folgendem:

Ein kleines Stück Stahl nimmt auf der Schloßscheibe den Platz ein, wo der letzte Schlag der 12 Stunden sich befindet; es trägt eine geneigte Ebene, welche

den Vorfall während des zwölften Schlages ein wenig mehr aushebt, als dieß für die ersten elf Schläge geschieht. Der Stift des Anlaufrades, welcher während der Wirkung des Schlagwerkes in eine Kerbe des Vorfalls eingreifen kann, wird nun nicht mehr eingreifen und trifft gegen den soliden Theil des Vorfalls jenseits der Kerbe, und so wird das Schlagwerk, mag es recht oder falsch schlagen, durch den Anlaufstift angehalten. Auf der Fläche des Stundenrades ist ein Stift befestigt, der eine halbe Stunde nach Mittag oder nach Mitternacht einen andern, auf der Auslösung angebrachten, Stift ergreift, den Vorfall emporhebt und unter dem Anlaufstifte hingeht, um das Aussetzen der Schläge zu bewirken:

Demnach wird, wenn die Uhr unrichtig schlägt, dieses so lange dauern, bis die Uhr 12 schlägt, dann wird das Schlagwerk nicht mehr weiter wirken, bis die Zeiger auf ihrem Wege bei 12½ angekommen sind, wo dann das Auslösen des Anlaufes den Rädern des Schlagwerkes Freiheit giebt, weil der Vorfall hoch genug gehoben wurde, um den Schnabel des Stahlstückes über den Anlaufstift hingehen zu lassen; das Schlagwerk wird von nun an mit den Zeigern wieder in Uebereinstimmung sein. Die Figuren 197 bis 200 zeigen den Houdin'schen Mechanismus. Fig. 197 ist das Vorgelegewerk einer Pendeluhr in halber natürlicher Größe; Fig. 199 zeigt die Schloßscheibe von vorn; Fig. 199 zeigt die Auslösung abgesondert; Fig. 200 den Vorfall im Aufrisse. Die Modifikationen, durch welche das Schlagwerk mit dem Gehwerke wieder in Einklang gebracht wird, bestehen:

1) in Verlängerung des Schnabels oder Zahnes am Vorfall A (Fig. 197), in welchem (Zahn) eine Kerbe B angebracht ist, die dort anfängt, wo ein gewöhnlicher Vorfall endigen würde;

2) In der Anwendung der kleinen Stahlplatte C, die auf der Schloßscheibe befestigt ist (Fig. 198); diese Platte trägt eine geneigte Fläche, welche den Vorfall

während des zwölften Schlages emporhebt, indem sie unter dem Messer E hingleitet, dergestalt, daß der Stift H des Anlaufrades L, der während der 11 ersten Schläge frei in die Kerbe oder den Einschnitt B des Vorfalls hineinging, nun gegen den vollen Theil des Vorfalls trifft. Das Stundenwerk (Fig. 197) ist mit einem Stifte K versehen, welcher, einen andern auf der Auslösung angebrachten Stift K ergreifend, den Vorfall emporhebt und den Anlaufstift H unten vorbeigehen läßt. Sobald der Stift F aufhört, die Auslösung zu heben, fällt dieser natürlich einige Minuten vor der Stunde auf den am Wege placirten Stift nieder.

Wenn das Schlagwerk unrichtig schlägt, bringt das Messer E, gehoben durch die geneigte Fläche der Platte C, das Ende des Zahnes am Vorfalle auf den Weg des Zapfens H am Anlaufrade L, und hemmt jede weitere Bewegung dieses Rades, bis die Zeiger, ihren Weg verfolgend, eine halbe Stunde nach Mittag oder Mitternacht markirt haben, wo dann der Stift K des Stundenrades die Auslösung G vermittelst des Stiftes F ergreift. Die Auslösung hebt den Vorfall weit genug empor, damit der Zahn über den Anlaufstift hingehen könne, und das Schlagwerk wird von nun an wieder in Einklang mit dem Gehwerke sein.

Beschreibung einer neuen astronomischen Pendeluhr oder eines Sekundenregulators mit Quecksilberpendel von Kessels*).

Fig. 201 giebt das allgemeine Profil des Gangwerkes, die Verbindung der Gabel mit dem Pendel und die Aufhängung des letztern an der Konsole des Bockes.

Fig. 202 giebt den Kaliber oder den Grundriß

*) Moinet, Traité d'horlogerie, etc., Part. II, chap. VII, pag. 465.

A B C D von hinten gesehen auf der innern Seite der Pfeilerplatte, und folglich sieht man das ganze Werk umgewendet von rechts nach links, indem die kleine Platte abgenommen ist. Daraus ergiebt sich für den Beobachter, daß das Sekundenrad hier nach links zu laufen scheint und ebenso auch das Minutenrad, daß ferner das erste große Rad, dasjenige der Gewichtswalze, nach rechts zu laufen scheint, während alles umgekehrt sein würde, wenn man diesen Kaliber von der Seite des Zifferblattes betrachtete, welches hier hinter dem Grundrisse angenommen worden ist. Es genügt indessen für den Sachkenner diese Bemerkung. Der Eingriff des ersten großen Rades findet unmittelbar mit dem Minutengetriebe ohne zwischenliegendes Zeitrad statt, wodurch die Trägheit eines der stärksten Räder und die Reibungen seines Rädereingriffes wie seiner beiden Zapfen in Wegfall kommen. Die Wirkung des ersten großen Rades wird während des Aufziehens durch zwei Hülfsfedern unterhalten, die am Sperrrade der Walze sitzen. Der Hülfssperrkegel wird im Gehäuse auf Achse und Zapfen bemerkt.

Die Fig. 203 giebt die äußere Seite A B C D derselben Pfeilerplatte, nämlich diejenige Seite, welche sich unter dem weggenommenen Zifferblatte befindet. Man bemerkt hier das Vorgelege und die Stege mit ihren Putzen für die Löcher der Räderzapfen. Die vier äußern Linien, welche diese Platte einschließen, stellen die Ränder des Bocks dar, welcher gegen seine Ecken hin auf den Boden des Gehäuses durch vier starke Schrauben befestigt ist. Der Bock trägt die Basis des Gehwerkes, welches auf den untern Trägern durch zwei Schrauben mit geränderten Köpfen, welche unten liegen, befestigt ist. Alles wird getragen von einem starken Haken, Fig. 207, welcher fest in einer dicken Mauer sitzt.

Die allgemeine Form ist zu beiden Seiten etwas pyramidenförmig und wird nicht allein in Deutschland, sondern auch anderwärts vorgezogen, indem sie auf ihrer Basis die größte Festigkeit darbietet.

Die nachfolgende Erläuterung, welche von dem Künstler, Herrn J. Kessels zu Altona, selbst gegeben worden ist, wird den Mechanismus der einzelnen Theile dieses Werkes noch mehr erläutern.

Fig. 201 giebt den obern Theil der Stange des astronomischen Quecksilber-Pendels, auf seinem Bocke aufgehangen und im Profil oder von der Seite gesehen, dargestellt.

Fig. 202 ist das Gangwerk, von hinten gesehen, indem die kleine Platte hinweggenommen ist. A, das erste große Rad; F Sperrrad, welches gegen A hin einen umgebogenen Kreis trägt, gegen welchen sich das Rad stützt; die beiden Federn der Hülfskraft sind auf das Sperrrad geschraubt. B großes Mittelrad, welches vor dem Zifferblatte den großen Minutenzeiger trägt, der im Profil auf der linken Seite gesehen wird, und den das Stück K unter dem Zifferblatte im Gleichgewichte erhält; C kleines Mittelrad; D Hemmungsrad; E 2 der Anker.

Fig. 203 das Gehwerk, auf seinem Bocke und von vorn gesehen; G, Stundenrad für das Vorgelege; H, Wechselrad, in das Chausseegetriebe von 10 Zähnen eingreifend. Die Löcher der Räderzapfen sind sämmtlich in besonderen Putzen aus Kesselkupfer angebracht und in ihren Stegen durch zwei Schrauben befestigt, so daß, wenn ein Zapfen mit der Zeit zuviel Spielraum bekommt, man das Loch von neuem ausfüllen, centriren und auf der Spitzendrehbank bohren, oder auch einen neuen Putzen einsetzen kann. Ist denn alles auf diese Weise wieder in Ordnung gebracht, so muß der Rädereingriff mit derselben Genauigkeit stattfinden, wie vorher. Die Zahl der Zähne und Triebstöcke der Räder und Getriebe sind bei jedem einzelnen angegeben.

Fig. 204, Unterstützung des Pendels, von der Seite gesehen; die doppelte Feder ist hier eingehängt.

Fig. 205, der obere Theil des Pendels, von der Seite gesehen, mit seiner Aufhängungsfeder. Die Unterstützung oder die Konsole des Pendels ist in Fig. 205

durch eine starke, hinten bemerkbare Schraube und durch zwei Füße am Bocke befestigt.

Fig. 206, der Schnabel der Unterstützung, von der Seite gesehen. Man sieht oben am Bocke und von der Seite eine der vier Schrauben mit runden Köpfen. Sie dienen dazu, den Bock auf dem Boden des Gehäuses zu befestigen. Der Bock ist in den Boden eingelassen und ragt eine Linie über denselben hervor; die Köpfe der Schrauben, welche ihn festhalten, sind ebenfalls ins Holz eingelassen, so daß für die Dicke des Gehäusebodens an diesen Stellen 1 Zoll 8 Linien französisches Maß bleiben.

Fig. 207, Haken des Bockes; er tritt von x an aus der Mauer hervor und sitzt in derselben 3 Zoll 6 Linien tief. Der Hals und die abgeschrägten Theile sind auf der Drehbank bearbeitet, alsdann giebt man ihm seine äußere Form, wie in Fig. 207 und 208, wo der Haken im Profile dargestellt ist; von vorn gesehen, ist er dargestellt in Fig. 208 und von unten in Fig. 209.

Fig. 210, ein Theil von der untern Portion der Gabel mit ihrer schwer zu bewegenden Stellschraube; an dem beweglichen Stücke, welches Fig. 211 dargestellt ist, befindet sich ein Gegengewicht oder eine Scheibe, um die Gabel sowie einen Theil des Gewichtes der Achse und des Ankers zu äquilibriren; man sieht auch, aber ohne Details, den Eintritt der Spindel, Figur 211, in die Pendelstange; das Loch ist hier sehr enge oder sehr kurz, damit man hier die Spindel so justiren könne, daß sie zwar bequem eingeht, jedoch ohne das geringste Schlottern. Der enge Theil des Loches besteht aus Kupfer.

Fig. 214, das Schlüsselloch für den Zapfen zum Aufziehen, im Kleinen dargestellt; in natürlicher Größe findet man es dargestellt Fig. 201, 7a.

Um dem Aufzugsviereck, welches sehr dünn ist, größere Festigkeit zu geben, ist ein Stück mit zwei Füßen und zwei Schrauben, die in 7a, Fig. 201, punk-

tirt angegeben sind, in die Uhrplatte gesetzt. In diesem Stücke nun dreht sich der viereckige Zapfen, wodurch er verkürzt und zugleich die Achse verlängert wird; und darüber, sowie um das Loch herum, ist ein Theil umgebogen und rund gedreht, auf welchem ein anderes mit zwei Schrauben befestigtes Stück sitzt. Dieses trägt ein Rohr, auf welchem sich das Stundenrad dreht; das Rohr seines Zeigers sitzt auf demjenigen des Stundenrades. Diese Theile des Vorgeleges, welche zu klein sind, als daß sie in der Zeichnung angegeben werden können, sind ohne Erklärung sehr leicht verständlich.

Auf dem Wechselrade H, Fig. 203 und 201, sitzt ein großes, kupfernes Getriebe von 20 Triebstöcken, inwendig hohl ausgedreht und mit einer Schraube auf ihrer Unterlage befestigt. Die Chaussee trägt das Gegengewicht K, um den Minutenzeiger zu äquilibriren.

In den vier Ecken des Bockes, Fig. 203, sieht man hinten Scheiben, die hervorragen, wie in BDCA, von welchen jede von einer starken Schraube durchsetzt wird. Diese Scheiben allein ruhen auf dem Holze auf. Das Loch unter P, welches den Haken der Fig. 207 aufnimmt, muß von vorn gefräst werden, damit, wenn der Haken sich darin befindet, man es mit einer kleinen Platte P bedecken könne, wie in Fig. 203. Alle diese Theile sind nur in halber Größe dargestellt, aber es ist leicht, die Dimensionen zu verdoppeln, um auf diese Weise das richtige Verhältniß des Originals zu erhalten.

Durchmesser der Zapfen in 48steln einer Linie.

Vordere Zapfen in der Pfeilerplatte.

Erstes großes Rad . . .	$\frac{55}{48}$
Großes Mittelrad . . .	$\frac{30}{48}$
Kleines Mittelrad . . .	$\frac{14}{48}$
Hemmungsrad	$\frac{10}{48}$
Anker	$\frac{10}{48}$

Zapfen in der kleinen oder hintern Uhrplatte.

Erstes großes Rad . . .	$\frac{50}{48}$
Großes Mittelrad . . .	$\frac{25}{48}$
Kleines Mittelrad . . .	$\frac{14}{48}$
Hemmungsrad	$\frac{10}{48}$
Anker	$\frac{10}{48}$

Fig. 218 giebt die Ankerhemmung doppelt so groß, als sie wirklich angewendet worden, um an derselben die Form der Zähne besser bemerken zu lassen. Diese Hemmung ist also hier viermal größer, als in Fig. 202, die schon, gleich den andern Figuren, hier um die Hälfte reducirt worden ist. Die Hebung beträgt $1\frac{1}{2}^{\circ}$ ($1\frac{1}{3}^{\circ}$ oder $1\frac{1}{5}^{\circ}$ würde auch genügt haben). Das Ende der Zähne ist in der Richtung, welche hier ins Auge fällt, breit gelassen worden, um größere Festigkeit an den Spitzen zu behalten, und der Fall muß groß genug sein, um diese Dicke von dem Ende des Zahnes zu befreien; ja selbst die kleine Oberfläche außerhalb dieses Endes ist ein wenig nach hinterwärts geneigt, was man sehr gleichförmig mit Hülfe eines bekannten Instrumentes herstellen kann. Die vordere Ecke des Zahnes kann auf diese Weise äußerst scharf bleiben, ohne von ihrer Festigkeit zu verlieren. Je kleiner ein Anker ist, desto größere Präcision erheischt er an seinen Zapfen, in seinen Löchern und in seiner ganzen Ausführung.

Fig. 223. Zifferblatt mit 24 Stunden, dessen Größe im Verhältniß zu den Achsen des Kalibers gebracht werden muß.

Fig. 219. Quecksilberpendel von halber Größe in allen seinen Theilen und von vorn dargestellt. Die Stücke A, C, D sind aus Kupfer; die Seitenstangen sind aus Stahl und in den Theilen A, D eingepaßt, wo sie mit Stiften befestigt sind, welche ränderirte Köpfe haben. Der innere Platz des oberen cylindrischen Loches b des Theiles A ist hier hinten angebracht und in der Figur nur durch Punktirung angegeben. Die Fig. 218

ist der obere und Fig. 225 der untere Theil des Triangels.

Das Stück 226, der Deckel des Glascylinders, muß bequem gehoben werden können, damit, wenn man den Stöpsel L herausgenommen hat, er leicht bis an die Regulirschraube gehoben und hier durch Stifte festgehalten werden kann, die man in die beiden oberen Löcher bringt, für den Fall, daß man den Glascylinder herausnehmen oder ihn wieder an seinen Ort bringen will, wenn kleine Quantitäten Quecksilber herausgenommen oder zugesetzt werden müssen. F ist ein Schwimmer aus Glas, der einen mit Gummi befestigten Stöpsel trägt, um ihn herausnehmen zu können. Das Gewicht des Quecksilbers beträgt ungefähr 10 Pfund Hamburger Gewicht, und seine Höhe ist provisorisch angezeigt durch den punktirten Schwimmer. Man bringt eine Skale aus geleimtem Papier oder sonst eine dergleichen an, welche dem Auge die Ausdehnungsbewegung des Quecksilbers anzeigt. Die Schraubenmutter, welche man isolirt in Fig. 224 sieht, ist in 20 Theile getheilt, deren jeder eine Zeitsekunde giebt, und wenn jeder Theil in 4 Theile unterabgetheilt wird, so kann man die Hälfte einer solchen Unterabtheilung auf eine Achtelsekunde schäzzen. Die Schraube hat 5 Gänge auf die Linie.

Figg. 221 und 222 ist eine Art Trichter in der Mitte der Pendelstange befestigt; wirft man in denselben ein Bleikorn von etwa 0,31 englischem Gran, so bewirkt man, daß die Uhr ungefähr um 0,03″ in 24 Stunden vorgeht. Hat man zu viel Bleigewicht zugelegt, und geht die Uhr zu früh, so nimmt man Körner aus dem Trichter heraus, mit einem kleinen Stocke, den man am Ende mit weichem Wachs besetzt. Hierdurch wird bei einiger Vorsicht der Gang der Uhr nicht gestört. Das Zifferblatt, Fig. 223, ist um mehr als die Hälfte des Originales verkleinert.

Die zur Genüge bekannte Struktur des Ankers ist ganz vorzüglich bequem, um Steine anzuwenden, da man hier die Hebeflächen, so wie es noth thut, leicht

vor- oder zurücktreten lassen kann. Man findet hier die Dicke und die Befestigung dieser Steinflächen angegeben, nämlich in Fig. 220, wo dieses mittels eines Fußes und 2 Schrauben bewerkstelligt ist; x a giebt eine etwas zu beträchtliche Dicke des Limbus des Hemmungsrades an.

In Fig. 224 ist der obere Theil des dreieckigen Stückes des oberen Rahmes dargestellt, in Fig. 225 die untere Portion desselben Theiles. b, c die feste Nadel oder der Zeiger der Abtheilungen der Schraubenmutter, welche in Fig. 224 isolirt und getheilt dargestellt war. Fig. 226, der Deckel des Glascylinders; Fig. 228 der untere Theil des Rahmes, welcher in seine runde Zarge die Basis des gläsernen Cylinders aufnimmt.

Die Getriebe fürs Räderwerk enthalten 10 Triebstöcke, weil sie einfacher sind und mit einer ganz richtigen Theilmaschine nur an der Mittelpunktslinie führen, vorausgesetzt, daß die Zähne der Räder ziemlich massiv sind, und dagegen die Triebstöcke etwas mager.

Der vordere Zapfen des Hemmungsrades läuft in einem Kloben, der bis nahe an das Zifferblatt reicht, was einen kürzeren Sekundenzapfen, der weniger exponirt ist, gewährt, und dessen Rad herausgenommen werden kann, ohne daß man das Gehäuse auseinanderzunehmen braucht. Die Putzen gewähren denselben Vortheil für das kleine Mittelrad und gestatten, zarte Zapfen zu schonen beim Zusammensetzen des Werkes.

Es war uns unbekannt, daß die Arme des Ankers, vor den früheren Stücken dieser Art von demselben Künstler ausgeführt, so sehr verkürzt worden waren, aber wir wollen nicht behaupten, daß nicht schon irgend ein anderer Künstler auf denselben Gedanken gekommen sei.

Wir haben gesehen, daß die Gabel seitlich an ihrem Ende eine Spindel trägt, auf welche zwar passend, jedoch ohne das geringste Schlottern ein langes und horizontales Stück gesetzt worden ist, welches in seiner Mitte die cylindrische Stahlspindel trägt, die in die Pen-

delstange eindringt. Das Ende dieses Stückes verlängert sich, um eine bewegliche Scheibe aufzunehmen, die an einer bestimmten Stelle befestigt wird, um die Gabel und zum Theil auch den Anker zu äquilibriren, indem sie ihren Unterstützungspunkt auf dem Pendel nimmt. Das Loch der Pendelstange ist erst viel größer gebohrt, sodann in der Mitte seiner Tiefe mit einem sehr kurzen messingenen Pfropf versehen, welcher nur $\frac{1}{5}$ Linie Tiefe hat, gut abgedreht ist und dessen Dicke auch noch in Bezug auf die Reibung vermindert wird. Das Gegengewicht verhindert die Abnutzung des Zapfens an dieser Seite der Gabel. Die beiden Pfeiler am Untertheile des Gehäuses haben unten eine ebene, geschnirgelte Fläche in gleicher Höhe mit der Basis der Platten, damit das Anziehen der Schrauben unter dem Träger keine Verziehung der Platten bewirke. Die Schnur des punktirten Gewichtes, Fig. 219, ist ganz nahe am Mittelpunkte.

Um das wenige benöthigte Oel blos an die Enden der Zähne des Steigrades zu bringen, wendet Hr. Kessels ein eben so einfaches, als zuverlässiges Mittel an, damit blos die äußerste Spitze allein gefettet werde, und damit das Oel nicht fließen, noch sich ausbreiten könne. Wenn die Uhr im Gange ist, schon alle Zapfen geölt, aber die Zähne des Ankerrades noch trocken sind, bestreicht er die Fläche einer Uhrfeder, die einen Zoll lang geöffnet ist, dergestalt mit Oel, daß es kaum die Dicke von feinem Papiere besitzt. Alsdann wird diese Feder der untern Seite der Zähne des Ankerrades dargeboten, er läßt nun den hervortretendsten Theil der Zähne während eines Umlaufes berühren, den man zählen kann, weil die Gabel mit dem schwingenden Pendel in Verbindung steht, und weil das die Bewegung erzeugende Gewicht in Thätigkeit ist 2c. Dieses wenige Oel an der Spitze der Zähne scheint, wenn die Uhr im Gange ist, nach Verlauf eines Jahres zu verschwinden, und es bleibt nur sehr wenig Fett an den Berührungspunkten, welches später gänzlich zu verschwinden scheint. Dieses

muß man aber auch mit den Ruhen und Hebeflächen aus Stein vornehmen, wo die Spitze der Zähne nicht greifen kann, obgleich sie, so zu sagen, trocken geht.

Die Aufhängefeder, welche ausdrücklich aus einem einzigen Stück in der Mitte gespaltenen Stahles gebildet ist und wenigen Raum einnimmt, gestattet, das Pendel mehr seiner Bewegung zu nähern, bis auf den Abstand, welcher zwischen der Linse und dem Gewicht zu erhalten ist, welches in der Höhe derselben hinabgeschoben worden. Diese doppelte Feder ist auf ihrer obern Achse durch einen Stift befestigt, wie in der Figur zu sehen ist, und Herr Kessels behält diese einfache Anordnung bei, weil sie hinlängliche Festigkeit gewährt. Das ganze Gehwerk ist oben und an den Seiten zwischen drei kupfernen Platten eingeschlossen, die sich vom Bock bis zum Zifferblatt ausbreiten. Eine andere Platte unten besteht aus zwei Theilen für den Durchgang der Gewichtsschnur.

Die Höhe der Quecksilbersäule beträgt 6″ $2\frac{1}{2}$‴ französisches Maß mit einem Durchmesser von $21\frac{1}{2}$‴; bei den größten Temperaturdifferenzen variirt sie um 2‴. Das einfache Gefäß, in welches die Bleikörner gethan werden, befindet sich $18\frac{1}{4}$″ unter dem Mittelpunkte der Aufhängung. Dieses so einfache Mittel überhebt der großen Arbeit aller Theile eines Laufgewichtes.

Alles, was Hr. Kessels im Interesse und für den Nutzen der Kunst mitgetheilt hat, scheint den Principien nach sehr gut begründet zu sein, aber was noch von größerem Werthe für die allgemeine Sicherheit ist, möchte der Umstand sein, daß diese Uhr durch Versuche in verschiedenen Klimaten geprüft und bewährt erfunden ist, z. B. zu:

Nikolajew	in Rußland.
Dorpat	
Moskow	
Pulkowa	

Stockholm	in Schweden.
Upsala	in Schweden.
Lund	in Schweden.
Christiania	in Norwegen.
Krakau	in Polen.
Kopenhagen . . .	in Dänemark.
Kensington	in England.
Königsberg . . .	in Preußen.
Bonn am Rhein . .	in Preußen.
Hamburg.	
Altona	in Holstein.
Goldberg	in Mecklenburg.
Brüssel	in Belgien.
Kremsmünster . . .	in Oesterreich.
Senftenberg . . .	in Böhmen.
Prag	in Böhmen.
Athen	in Griechenland.

Pendeluhr mit freier Hemmung und konstanter Kraft von J. L. Nieberg in Hamburg.

Diese im Jahre 1846 von dem Chronometermacher Nieberg gemachte Erfindung ward ihrer Trefflichkeit halber durch Dr. G. Moenk in Hamburg 1848 in England und andern Ländern patentirt. Sie besteht in einer verbesserten freien Hemmung mit konstanter Kraft, d. h. die Hemmung sowohl, wie der zu gebende Impuls für die Pendelschwingung ist durchaus unabhängig vom Räderwerk selbst, wird lediglich durch Schwerkraft bewirkt und hat noch dazu den großen Vortheil vor allen in dieser Art bisher erfundenen voraus, daß sie keines Oeles bedarf. Diese Erfindung ist ohne Zweifel das Größtmögliche in der freien Mechanik, denn zwei gut gearbeitete Uhren dieser Einrichtung müssen Jahre lang auf die Sekunde zusammengehen, da durch die freie Hemmung, die konstante Kraft und den Nichtbedarf des Oels alle diejenigen Hindernisse beseitigt sind,

die bis zu dieser Erfindung dem durchaus richtigen Gehen von Zeitmessern stets entgegenstanden, indem ja durch sie den gewöhnlichen äußern Einflüssen auf das Leichteste wiederstanden wird. Sie ist vorzüglich geeignet für größere, wie astronomische und alle Arten öffentlicher Uhren, bei denen es hauptsächlich auf Einfachheit und Genauigkeit ankommt, und bietet namentlich den Astronomen den großen Vortheil, daß sie die Sekundenschläge auf das Deutlichste giebt und hören läßt. Da die Triebkraft des Räderwerkes zu jeder Stärke gebracht werden kann, ist die Dimension des Schwungrades nach Belieben zu vergrößern, wie auch jede unrichtig gehende Uhr durch Anwendung des erfundenen Mechanismus zu berichtigen. Ihre Vorzüglichkeit, die auch darin ihren Träger findet, daß ein Halb-Sekundenpendel volle Sekunden bringt, ward schon früher, wie dieß Zeugnisse bestätigen, durch den berühmten Chronometermacher Kessels in Altona, den nicht minder ehrenvoll und weltbekannten Astronom, Direktor Rümcker, den durch seine Mechanik rühmlich bekannten Uhrmacher Libbertz, wie auch durch die Royal-Institution in London anerkannt. Fig. 229 giebt eine Abbildung der Forderung.

Die in Folgendem gegebene nähere Auseinandersetzung der Zeichnung wird den Sachverständigen sofort von der Wahtheit des Gesagten überzeugen.

A ist das Sekundenrad, wovon bei jeder ganzen Pendelschwingung ein Zahn frei wird und weit hörbar die Sekunde schlägt; B Hebel des konstanten oder festen Gewichtes C; C das konstante Gewicht, die Hauptrolle in diesem Mechanismus spielend, nebst D und E doppelte Hemmungsfeder, vertikal gerichtet; F verlängerter Auslösungshebel; G, Horizontalfeder zur Balancirung des konstanten Gewichtes; H bis K Pendel, wovon I die zarte Aufhängungsfeder und K die Verlängerung desselben nach unten andeutet.

Wenn das in Bewegung gesetzte Pendel die Feder G aufhebt, so wird im Moment das konstante Gewicht C frei und giebt den Impuls auf das Pendel, bis die-

ses die Hemmungsfeder E berührt. Die Auslösung der Feder D macht jetzt einen Zahn des Sekundenrades frei, und der Hebel B sinkt auf die Horizontalfeder G. Diese Auslösung geht also einzig durch den Stoß des Hebels B und ohne alle Reibung vor sich und bleibt unabhängig von der Pendelschwingung, welche blos das richtige Zeitmaß hervorbringt.

Es braucht die Federkraft der Uhr nur so stark zu sein, daß sie das konstante Gewicht C bei jeglicher Schwingung des Pendels zu heben vermag. Wirkt die Kraft stärker, so liegt vermittelst der einfachen und sinnreichen Konstruktion der vermehrte Einfluß immer gleich Null in Bezug auf die richtig regulirte Pendelschwingung, wodurch es möglich wird, den Gang der Uhr zu einer Präcision der allervorzüglichsten und theuersten Chronometer zu bringen, ein Vortheil, der bisher den ersten Künstlern unerlangbar schien.

Der Preis einer Uhr im feinsten, solidesten Geschmacke und jeder gewünschten Form, sowie für jede Zimmerlokalität geeignet, ist 200 Thlr. preuß. Kourant, und garantirt der Erfinder die höchste Güte derselben.

Zwölftes Kapitel.

Ueber die Beobachtungsmittel des Ganges der Uhren, insbesondere das Passage-Prisma *).

Für alle Uhrmacher, welchen daran gelegen, den Uhren einen gleichförmigen und regelmäßigen Gang zu verschaffen, ist ein Mittel unentbehrlich, wodurch sie von Zeit zu Zeit die Abweichungen der Uhren bestimmen können. Gewöhnlich bedienen sie sich hierzu einer Uhr mit Kompensationspendel, deren Gang als gleichförmig angenommen wird. Indessen weiß man durch die Erfahrungen der Astronomen, daß keine Uhr einen fehlerfreien Gang besitzt, und daß man, um die strenge Gleichförmigkeit des Ganges kennen zu lernen, genöthigt ist, die Wiederkehr der Gestirne zur selben Lage gegen eine bestimmte Gesichtslinie zu beobachten.

Dieß geschieht nun in der Regel an einem Fernrohre, welches senkrecht auf seine Absehlinie mit einer Drehungsachse verbunden ist. Die Zapfen dieser Achse werden in fester Lage horizontal von Ost nach West ge-

*) Bayerisches Kunst- und Gewerbeblatt. Journal 1846. Seite 3.

legt und nun die Angabe der zu prüfenden Uhr für den Augenblick notirt, in welchem ein Gestirn durch die Gesichtslinie des Fernrohres geht. War dieses Gestirn die Sonne, so verstreicht bis zur nächtlichen Wiederkehr derselben zur Gesichtslinie des Fernrohres ein wahrer Sonnentag, dessen Dauer nach mittlerer, gleichförmiger Zeit verschieden ist in verschiedenen Jahreszeiten, wie durch die astronomischen Jahrbücher angegeben wird. War das Gestirn ein Fixstern, so verfließt bis zur Wiederkehr ein Sternentag, d. h. 24 Stunden mittlerer Zeit weniger 3′ 56″. Allein abgesehen davon, daß dieser Apparat — das Passage-Instrument genannt — in der Anschaffung kostspielig ist, und daß es den Uhrmachern gewöhnlich an einem geeigneten Lokale fehlt, um das Instrument aufzustellen, da es im Freien ungeändert stehen bleiben soll, so ist auch seine Handhabung nicht ohne Schwierigkeit. Denn bei Nacht muß das Gesichtsfeld erleuchtet werden, um den Passagefaden im Fernrohre zu erkennen, und es sind eigene Apparate und Methoden erforderlich, um die Achse des Instrumentes horizontal und die Absehlinie senkrecht darauf zu machen; und unterläßt man diese Untersuchungen, so wie die der Unveränderlichkeit der Aufstellung von Ost nach West, so sind die Angaben nicht mehr genau. Das Passage-Instrument ist also wohl vortrefflich geeignet für den Astronomen, der seine Behandlung gründlich kennen lernt und zur Aufstellung eine Sternwarte hat, aber zu komplicirt für den Uhrmacher, dem solche Hülfsmittel fehlen.

Nun kennt man wohl noch viele andere einfachere Methoden, den Gang der Uhren mit dem Gange der Gestirne zu vergleichen; aber jede bietet wieder eigene Beschränkungen. So ist eine genaue Sonnenuhr wohl sehr einfach, aber nicht genau genug, um auch noch kleinere Zeittheile als eine Zeitsekunde mit Sicherheit zu erkennen. So hat Olbers, der berühmte Astronom von Bremen, ein sehr sinnreiches Mittel angegeben. Prof. Steinheil hat dieses näher beschrieben. Man

sucht, wo möglich gegen Süden (oder Nord) ein entferntes hohes Gebäude, was sich gegen den Himmel projicirt. An der vertikalen Ostseite desselben verschwinden nun plötzlich die Sterne des Nachts, sobald sie hinter das Gebäude rücken. Ebenso erscheinen sie plötzlich wieder an der Westkante, nachdem sie hinter dem Gebäude fortgerückt sind. Hat nun Tags darauf der Beobachter wieder denselben Standpunkt, so verschwinden und erscheinen dieselben Fixsterne wieder genau zur selben Sternzeit oder 3′ 56″, nach mittlerer Zeit früher, was, verglichen mit der dazwischen verflossenen Uhrzeit, deren Gang kennen lehrt. Um nun dem Auge des Beobachters immer wieder dieselbe Lage zu geben, wie wir es vorausgesetzt haben, kann man auf die Fensterscheibe ein geschwärztes Papier mit einer kleinen runden Oeffnung in der Mitte aufkleben und das Verschwinden der Sterne durch die Oeffnung beobachten. Oder man kann, wie Olbers es angiebt, sich eines Fernrohres bedienen, um kleinere Sterne zu erkennen und den Moment des Verschwindens genauer zu sehen. Dabei hat man das Fernrohr nur jedesmal an denselben Stützpunkt anzulegen, etwa an den Fensterstock, und da man mehrere Sterne hinter einander im Momente ihres Verschwindens oder ihres Erscheinens beobachten kann, so wird das Mittel aus den beobachteten Momenten sehr genau. Diese Methode ließe nichts zu wünschen übrig, wenn man überall geeignete entfernte Objekte hätte. Allein sehr oft finden sie sich nicht, und daher ist auch die Anwendung der Methode beschränkt.

In neuester Zeit hat auch der Hofuhrmacher Dent in London ein sehr sinnreiches Instrumentchen erfunden, um den Durchgang der Sterne zu beobachten und daraus den Gang der Uhren zu prüfen. Er nennt es Dipleidoskop (beschrieben in polytechn. Jounal, Bd. XCIV, S. 132). Das Dipleidoskop bewirkt, daß man zwei Bilder der Sonne oder des zu beobachtenden Gestirnes gleichzeitig sieht. Eines dieser Bilder ist einmal, das andere zweimal reflektirt. Dadurch haben sie ent-

gegengesetzte Bewegung, so daß sie durch einander hindurchgehen. In diesem Momente wird die Angabe der Uhr notirt. Dieses Instrument besteht aus zwei Planspiegeln und einem Planglase. Die Planspiegel sind mit den Spiegelseiten gegen einander gekehrt und bilden einen Winkel von 60°. Sieht man parallel mit der Ebene des ersten Spiegels in den zweiten, so erkennt man darin die Bilder der Gegenstände, die sich in der Verlängerung der zweiten Spiegelebene befinden. Diese Bilder sind die doppelt reflektirten. Vor diese Spiegel ist nun ein Planglas so gelegt, daß es mit den zwei Spiegeln ein gleichseitiges Prisma bildet. Auf diesem Planglas entstehen jetzt die einmal reflektirten Bilder derselben Gegenstände. Bleibt nun der Apparat fest stehen, und bewegen sich die Objekte, also die Sterne, senkrecht gegen die zweite Spiegelebene, so sieht man, wie schon erwähnt, ihre Bilder sich begegnen und durch einander gehen.

Soll aber das Dipleidoskop als Passage-Instrument dienen, also das Zusammentreffen der Bilder im Meridian zeigen, so muß die Ebene des zweiten Spiegels, in welchen man sieht, in den Meridian gelegt werden. Um ihn erst senkrecht zu stellen, kann man sich eines Bleilothes bedienen. Dieß wird in der Verlängerung der zweiten Spiegelfläche aufgehängt. Nun sieht man- wie schon oben beschrieben, zwei Bilder dieses Fadens; aber sie sind erst dann parallel, wenn der zweite Spiegel senkrecht steht. Seine Stellung wird also korrigirt, bis dieß erreicht ist. Kennt man jetzt die Zeit, in welcher die Sonne in den Meridian kommt, so dreht man das Instrument in der Ebene des Horizonts so lange, bis sich die beiden Bilder der Sonne in diesem Augenblicke decken. Bis jetzt haben wir noch nicht angegeben, welche Neigung die Kante haben soll, welche die beiden Spiegel mit einander bilden. Davon hängt eigentlich nur ab, welchen Theil des Meridians man übersehen will. Wollte man z. B. die Sterne im Scheitelpunkte bequem sehen, so müßte die Spiegelkante horizontal ste-

hen. Bei dieser Stellung übersieht man aber auch noch nördlichere und südlichere Sterne, je nachdem man mit dem Auge (immer parallel mit dem ersten Spiegel) tiefer oder höher geht. Darum hat Dent an dem Dipleidoskop eine Vorrichtung angebracht, durch welche man das ganze Prisma in der zweiten Spiegelebene drehen kann und damit die Spiegelkante beliebig neigt, also jeden Theil des Meridians bequem sichtbar macht.

Aus dieser Beschreibung des Dipleidoskops ergiebt sich nun, daß das Princip, worauf es beruht, Bilder, welche sich konträr bewegen, in ihrem Durchgange durch einander als Passageinstrument zu benutzen, eine neue und sinnreiche Anwendung sei, und um so mehr erwarten lasse, als dabei die Dimensionen des Instrumentes klein sein können, das Ganze daher sehr transportabel bleibt.

Dennoch scheint das Instrumentchen nicht allen Bedingungen zu entsprechen, die man an eine auf so einfachem Princip beruhende Vorrichtung stellen kann, und auch in der Anwendung nicht so bequem zu sein, daß Jeder, auch der des Beobachtens Unkundige, es zur Regulirung des Ganges seiner Uhr benutzen könnte.

Was dem Prof. Steinheil an dem Dipleidoskop noch mangelhaft erscheint, ist Folgendes:

Dent bringt die konträre Bewegung der Bilder dadurch hervor, daß er das eine zwei Mal, das andere ein Mal reflektirt. Das ist aber offenbar auch einfacher zu erlangen, denn man bekommt ganz dasselbe, wenn man ein Bild nur ein Mal reflektirt, das andere dagegen direkt betrachtet, also gar nicht reflektirt. In Folge dieser unnöthigen Komplikation in der Auffassung des Grundgedankens ist auch der Apparat komplicirter, als nöthig. Dent benutzt zwei Planspiegel und ein Parallelglas. Sind diese Gläser nicht vollkommen parallel geschliffen, die Kante der Spiegel nicht genau parallel zum Planglase, so entstehen Fehler, die den Apparat unbrauchbar machen würden. Ueberdieß bedarf das Dipleidoskop einer Drehung, die genau in der ei-

nen Spiegelebene vor sich gehen muß, sollen nicht dadurch wieder Fehlerquellen sich ergeben.

Ein weiterer Uebelstand ist, daß das einmal reflektirte Bild auf dem Planglase immer weit schwächer erscheint, als das von den belegten Spiegeln doppelt reflektirte. Dadurch können Sterne, die nicht sehr hell sind, schwer daran beobachtet werden. Was endlich den Gebrauch des Instrumentes betrifft, so ist es offenbar ein Mangel, daß man nicht direkt nach dem zu beobachtenden Gegenstande sieht, sondern mit dem Auge erst die Ebene aufsuchen muß, in der die Bilder zusammentreffen, dann den Kopf in dieser Ebene zu bewegen hat, bis die Bilder erscheinen.

Dieses macht natürlich das Auffinden schwierig und ist für Nichtgeübte, wenigstens anfangs, gewiß ein großes Hinderniß.

Prof. Steinheil zeigt nun, daß man auf das Princip konträrer Bewegung der Bilder ein Instrumentchen gründen kann, was frei ist von allen eben erwähnten Mängeln des Dipleidoskops. Dieses Instrument, welches er Passage-Prisma nennt, besteht, wie schon der Name sagt, in einem kleinen Glasprisma, das mit einer Schraube versehen ist, um an den Fensterrahmen festgeschraubt zu werden. Man sieht durch eine kleine, runde Oeffnung in einer Blechscheibe vor dem Prisma direkt nach dem Gestirne, was beobachtet werden soll. Um aber den Apparat deutlich zu machen, muß er näher beschrieben werden.

Für solche Leser, welche sich nicht mit Optik schon beschäftigt haben, setzen wir die Fig. 230 bei, um ihnen zu zeigen, wie der Lichtstrahl bei dem Passageprisma, durch letzteres gebrochen und reflektirt, in das Auge des Beobachters gelangt. Die Figur stellt einen auf die Achse des Glasprisma senkrechten Durchschnitt vor. Das Prisma soll zwei gleiche Winkel haben; der dritte Winkel mag etwa zu 90° angenommen werden. Wir nennen nun die Hypotenusenfläche des Prisma's die Reflexionsfläche, die Kathetenflächen die Brechungsflächen.

Denn denken wir uns, daß ein Lichtstrahl parallel mit der Reflexionsfläche von a herkomme, in b das Prisma treffe, so wird er hier von seiner Richtung gegen c abgelenkt. In c trifft er die Reflexionsfläche inwendig im Glase und wird, weil diese Fläche polirt ist, größtentheils reflektirt, und zwar unter demselben Winkel mit der Reflexionsfläche gegen d. Hier aber tritt er wieder aus dem Glase heraus in die Luft und erleidet daher abermals eine Ablenkung von seiner Richtung. Diese ist aber der beim Eintritt aus Luft in Glas konträr. Er wird daher jetzt gegen e hin gebrochen, so daß d e parallel wird a b, oder daß der Strahl in derselben Richtung aus dem Prisma heraustritt, in welcher er gegen das Prisma kam, — eine Richtung, die wir als parallel mit der Reflexionsfläche des Prisma's vorausgesetzt haben. Kommt nun dieser Strahl von einem sehr entfernten Gegenstande, etwa einem Sterne, so treffen auch andere mit ihm parallele Strahlen, z. B. a′ d′ über das Prisma hinweg. Wir denken uns jetzt das Auge des Beobachters, sowie es Fig. 230 zeigt, gegen das Prisma gerichtet, so ist klar, daß es sowohl den Lichtstrahl a e empfängt, der durch das Prisma ging, wie auch denjenigen a′ d′, der direkt vom Gegenstand über das Prisma hinweg geht. Das Auge sieht daher den Stern oder Punkt, der in der Verlängerung der Reflexionsebene liegt, direkt und durch das Prisma zugleich, aber doch nur als ein Bild, weil beide Arten von Lichtstrahlen unter sich wieder parallel in das Auge gelangen.

Denken wir uns aber nun, daß der Stern nicht in der verlängerten Reflexionslinie liege, sondern über ihr. Es komme der direkt gesehene Strahl in der Richtung a′ d′, Fig. 231, der damit parallele treffe das Prisma in b, sei gebrochen nach c, hier reflektirt nach d, beim Austritt aber gebrochen von d nach e. Steht jetzt das Auge wieder wie vorhin gegen das Prisma, so sieht es zwei Bilder des Sternes, eines nämlich direkt in der Richtung e a, das andere durch das Prisma in der Richtung d′ e′ oder unter der Reflexionsebene. Je weiter

folglich der direkt gesehene Stern **über** der Reflexionsebene steht, desto tiefer unter derselben zeigt ihn das Prisma. Bleibt daher das Prisma stehen, und es bewegt sich der Stern von oben nach unten gegen die Reflexionsebene, so sieht das Auge zwei Bilder des Sterns, die gegen einander rücken und sich dann begegnen oder zusammentreffen, wenn der Stern durch die Verlängerung der Reflexionsebene geht.

Sollen die beiden gleichzeitig gesehenen Bilder des Sternes auch gleich in Helligkeit sein, so muß das Auge eben so viel Licht direkt empfangen, als durch das Prisma, d. h. die Reflexionsebene des Prisma muß nahezu die Pupille des Auges halbiren. Um diese Lage des Auges leicht finden zu können, hat man daher nur vor das Prisma eine Blendung mit Einsicht anzubringen, wo also die Reflexionsebene die Einsichtsöffnung halbirt. An dieser Blendung kann auch gleich ein Sonnenglas angebracht sein, was die Beobachtung der Sonne möglich macht. Damit man endlich dem Prisma eine feste, unveränderliche Lage gegen den Himmel geben könne, wollen wir es auf eine Messingplatte mit zwei Schrauben festschrauben und der Messingplatte eine Holzschraube geben, die zur Befestigung des Ganzen dient. Dieses ist das Passage-Prisma.

Fig. 232 zeigt in a′ das Glasprisma, was mit zwei Schrauben a durch die Lamelle b auf das Messingstück c gehalten ist. An dem Stücke c befindet sich die Holzschraube d, und es ist zugleich die Blendung e in g angeschraubt. Die Blendung e endlich trägt das Sonnenglas f.

Wir haben jetzt nur noch zu zeigen, wie dieser kleine Apparat aufgestellt werden soll, um die zur Regulirung der Uhren geeigneten Beobachtungen damit anzustellen.

Da die konträr gehenden Bilder sich immer in der Verlängerung der Reflexionsebene begegnen, so ist klar, daß man dieser Ebene eine solche Lage geben müsse, daß

sie, ins Unendliche verlängert, die Himmelskugel in demjenigen größten Kreise schneiden würde, in welchem man beobachten will. Zur Regulirung der Uhren ist der geeignetste größte Kreis der Meridian. Man muß also die Reflexionsebene des Prisma's parallel machen zur Ebene des Meridians, und dieß kann hier ebenso bewirkt werden, wie wir es schon für das Dipleidoskop angegeben haben. Verlangt man jedoch keine Kenntniß der wirklichen Zeit, sondern nur den Gang der Uhren zu wissen, so ist es ganz ausreichend, das Instrumentchen nur ungefähr so aufzustellen, daß man über die Reflexionsebene hin nach Süden sehe, daß diese Ebene ungefähr (nach dem Augenmaße) senkrecht stehe, die Kante des Prima's aber etwa 45° gegen die Senkrechte geneigt sei. Da die Sterne von Osten herkommen, so wird man wohlthun, den Prismenkörper in die westliche Halbkugel des Himmels zu legen. Aber auch in jeder andern Lage würden die Sterne eine brauchbare, nur nicht eben so sichere, Bestimmung geben. Daß man in anderen Lagen als im Meridian sich übrigens auf die Beobachtung von Fixsternen beschränken und nicht etwa auch Planeten, ohne Rücksicht auf ihre eigene Bewegung, wählen dürfe, versteht sich von selbst.

Das Passage-Prisma braucht nicht, wie das Dipleidoskop, in der Reflexionsebene gedreht zu werden, denn man sieht nicht nur senkrecht auf die Prismenkante, welche dem Auge zugekehrt ist, hindurch, sondern auch unter Neigung nach beiden Seiten bis zu 70°. Stellt man also die Prismenkante so, daß man senkrecht darauf nach dem Aequator sieht (die Verlängerung der Kante geht also nach den Weltpolen), so lassen sich Sterne bis zum Horizont herab und bis über den Scheitelpunkt hinauf ohne Verstellung des Instrumentes beobachten. Vorzüglich hierdurch ist der Apparat so sehr einfach in seiner Konstruktion geworden. Die Bequemlichkeit seiner Handhabung, verbunden mit der Genauigkeit, die er zuläßt (man kann circa auf $\frac{3}{4}$ Sekunden den Moment des Zusammentreffens der Sonnen-

bilder erkennen), giebt Hoffnung, daß dieser kleine Apparat vielseitige Anwendung finden werde.

Er dürfte sogar geeignet sein zu astronomischen Bestimmungen. Man kann durch ihn die absolute Zeit bis auf Theile einer Zeitsekunde genau bestimmen, durch Beobachtung der Mondsterne die geographische Länge auf circa ½ Stunde Weges finden, und durch Beobachtungen im ersten Vertikal nach Bessel's Methode die geographische Breite auf ¼ Wegstunde erkennen, so daß das Passage-Prisma, was keinen Kubikzoll Raum einnimmt, und eine Taschenuhr den Reisenden in den Stand setzen, ganz nützliche Ortsbestimmungen zu machen. Doch gehören zu solchen Anwendungen des Instrumentes Untersuchungen über die Fehlerquellen und ihre Bestimmung oder Elimination, auch einige Abänderungen des Apparates, was Professor Steinheil ausführlich in Schumacher's astronomischen Nachrichten und in den Münchener Gelehrten-Anzeigen baldigst anzugeben beabsichtigt.

Hier mag es genügen, gezeigt zu haben, daß sich das Passage-Prisma in vielen Fällen besser, als die oben angeführten Instrumente und Methoden zur Regulirung des Ganges der Uhren eigne, insofern, als es an jedem Fenster, was die Aussicht nach einem Theile des Himmels gestattet, aufgestellt werden kann, auch für Ungeübte damit leicht zu beobachten ist, und es nur geringe Anschaffungskosten verursacht.

Will man sich zum Reguliren der Uhren der Sonnenuhr bedienen, so empfehlen wir dazu den Skiostat und die Fenestrole, deren Beschreibung hier folgt:

Beschreibung zweier Sonnenuhren, des Skiostats und der Fenestrole, erfunden vom Direktor August, verfertigt von C. Boissier in Berlin; die erstere im preußischen Staate patentirt.

Alle Uhren, so genau und vollkommen sie sein mögen, bedürfen von Zeit zu Zeit des Regulirens, nur die Sonnenuhr nicht. Sie ist selbst der Regulator.

Wenn daher, trotz der größeren Wichtigkeit, welche in unserer eisenbahnreichen Zeit richtig gehende Uhren haben, es nur so wenig Sonnenuhren giebt, so liegt das daran, daß es nicht viel richtige gab, und diese schwer richtig aufzustellen waren.

Die feststehenden Sonnenuhren werden mittels einer Mittagslinie oder mittels der Boussole genau in die Richtung von Süd nach Nord gestellt. Beides ist schwierig, und wird es nicht ganz genau ausgeführt, so zeigt die Sonnenuhr für immer nicht richtig. Die beweglichen können nur durch eine mit denselben verbundene Boussole gestellt werden, sind gewöhnlich nur klein, die dadurch aber möglich werdenden Fehler um desto größer. Beide Arten von Sonnenuhren können immer nur für solche Orte genau sein, welche unter demjenigen Breitengrade liegen, für den sie gearbeitet sind.

Die Einrichtung der vom Gymnasial-Direktor Dr. E. F. August in Berlin angegebenen und dem Mechanikus E. Boissier (Lindenstraße Nr. 116 in Berlin) für den preußischen Staat patentirten Sonnenuhr, Skiostat (Schattensteller), der Zeitsucher im Sonnenschein genannt, gewährt folgende Vortheile. Sie kann: 1) für jeden Ort zwischen dem 30sten und 75sten Grade eingestellt werden; 2) durch eine kleine Veränderung auch so eingerichtet werden, daß sie an jedem Ort vom Aequator selbst bis zum Pol hin gebraucht werden kann; 3) bedarf es zu ihrer Aufstellung weder einer Mittagslinie noch einer Boussole; sondern sie giebt selbst durch den Schatten des Tageszeigers A das Mittel an, sie in die richtige Lage zu bringen; 4) man kann ihre Richtigkeit sowohl, wie ihre richtige Aufstellung ohne andere außerhalb derselben liegende Hülfsmittel prüfen, wie unten gezeigt werden wird; 5) vereinigt sie Dauerhaftigkeit und Eleganz mit derselben Genauigkeit, wie sie jede andere Sonnenuhr giebt, und einem verhältnißmäßig sehr billigen Preise.

Dieser Skiostat ist in Fig. 233 in $\frac{1}{2}$ natürlicher Größe in perspektivischer Ansicht dargestellt. Im Fuß-

gestell H ist das aufrechtstehende Stück I befestigt, in welchem sich in einem Gelenk der Breitenzeiger F mit seinem Gradbogen bewegt. Es wird durch die Schraube K im Stück I fixirt. Auf dem Breitenzeiger ist der Cylinder L und auf diesem der dreikantige Stab B befestigt. C ist der Stundenzeiger; er besteht aus einem an der Stundenscheibe D befestigten Faden, geht in einem Schlitz über die Stange M und wird durch das Gewicht G immer in Spannung erhalten. Das Zifferblatt, bis auf Viertelstunden getheilt, ist auf der Platte D eingravirt. Der Tageszeiger A ist eine Kreisscheibe, durch deren Mittelpunkt die scharfe Kante des dreikantigen Stäbchens B geht. Das ganze Instrument ist von Messing, und die Theile A, B, D, L sind stark versilbert.

Um das Instrument aufzustellen, muß man zuerst den Skiostat auf den Breitegrad des Beobachtungsorts, den man aus jeder Landkarte ersehen kann, stellen. Das geschieht, indem man die Scheibe K mit einem beliebigen Schraubenzieher etwas löst und den Breitenzeiger F so lange dreht, bis der Zeiger E auf dem richtigen Grad am Gradbogen einsteht. Dann wird die Schraube K wieder ganz fest angezogen, und diese Stellung wird nun nicht mehr verändert, so lange der Beobachtungsort derselbe bleibt. Dann wird das Instrument auf eine genau horizontal liegende Platte, Tischplatte oder dergleichen gestellt. Die horizontale Lage derselben ersieht man daraus, daß eine behutsam aufgelegte Glaskugel, welche der Verfertiger dazu giebt, ohne zu rollen, überall liegen bleibt.

Man richtet jetzt das Instrument so, daß der Stundenzeiger C beiläufig nach Norden weist und die Kante B, B nach Süden gerichtet ist. Man dreht dann noch etwas, bis der Schatten des Tageskreises A an der scharfen Kante des Stabes B genau denjenigen Theilstrich trifft, welcher mit dem Datum des Tages, an welchem die Aufstellung geschieht, bezeichnet ist. Da nur für den dritten, vierten oder fünften Tag ein Theil-

strich angebracht ist, so muß der Schatten für die dazwischen liegenden Tage nach Verhältniß zwischen die eingezeichneten Theilstriche gebracht werden.

Die Uhr steht nun richtig, d. h., genau von Süden nach Norden, und der Tageszeiger A mit dem Aequator parallel. Läßt man sie in dieser Lage ruhig stehen, so bleibt auch der Schatten unverändert an derselben Stelle der hohen Kante von B. Am nächsten Tage ist er um einen Tag weiter gerückt u. s. f. Es ist ein eigenthümlicher Vorzug dieser Sonnenuhr, daß sie uns in jedem Augenblick zeigt, welche Stellung die Erde in der Ekliptik zur Sonne einnimmt, so gut und besser, als man dieß an andern bekannten Apparaten der Art sehen kann.

Ist der Skiostat nun so eingestellt, so gewährt er ein gutes Mittel, die Genauigkeit der Einstellung selbst zu prüfen. Man dreht ihn mit der Kante B, B der Sonne vorüber, bis der Schatten genau auf denselben Punkt der scharfen Kante von B einsteht, wie zuvor. Die Sonnenuhr muß dann genau so viel vor Mittag zeigen, als sie vorher nach Mittag gezeigt hat, und umgekehrt; also z. B. $9\frac{1}{2}$ Uhr Vormittag, wenn sie vorher $2\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittag gezeigt hatte. Ergiebt die Beobachtung nun eine Differenz, so ist daraus zu schließen, daß entweder die Ebene, auf welcher das Instrument steht, nicht vollkommen horizontal ist, oder daß der Schatten nicht genau an die rechte Stelle gebracht war. Vielleicht auch beides. Man kann nun die Aufstellung noch einmal vornehmen und gelangt dann leicht dazu, daß man die Zeit bis auf die Minute genau findet, was am leichtesten ist, wenn man nicht um Mittag herum, sondern zwischen 8 und 10 Uhr Vormittags oder zwischen 2 und 4 Uhr Nachmittags nachsieht. Am besten geschieht das, wenn der Schatten so auf einen der Theilstriche fällt, daß er von demselben halbirt wird.

Die gefundene Sonnenzeit braucht jetzt nur nach der der Beschreibung beigegebenen Tafel für Umwandlung der Sonnenzeit in mittlere Zeit verwandelt zu werden. Solche Tafel findet sich auch in den meisten

Kalendern; auch ist sie bei den Skiostaten zu 9 Thaler auf dem Tageszeiger A selbst eingravirt.

Jeder Skiostat enthält eine auf den Tageszeiger gravirte Nummer, welche, nachdem das Instrument vom Direktor August geprüft und richtig befunden, auch auf die demselben beigegebene und mit seinem Regulirungsstempel versehene Beschreibung gesetzt wird. Der Preis für einen Skiostat ist nach dem Verhältniß der Ausstattung auf 6 bis 8 und 9 Thlr. gestellt.

Eine ebenso genaue Zeitbestimmung, wie der Skiostat, giebt die Fenestrole. Sie ist im Zimmer zu gebrauchen und läßt sich innerhalb jedes von der Sonne beschienenen Fensters, welches richtig im Lothe ist, gut schließt und ebene klare Glasscheiben hat, anbringen; auch an jeder von der Sonne beschienenen glatten Wand- oder Bildfläche.

Die zugehörigen Abbildungen zeigen dieselbe in Fig. 234 in der Seitenansicht und in Fig. 235 in der Ansicht von unten. A, B, B ist das dreizackige Gestell; C, D, E, F, G, I, K, M bezeichnen dieselben Stücke wie beim Skiostaten. Das mit dem Breitenzeiger F verbundene Stück I geht mittels eines Zapfens durch das Gestell A, B, B hindurch und wird durch die Kopfschraube H in demselben festgestellt. L ist ein doppelt durch den Arm A gezogener Faden.

Die Aufstellung wird auf folgende Weise bewirkt: Nachdem, wie oben beim Skiostat gezeigt worden, der Breitenzeiger gestellt und wieder festgeschraubt ist, löst man die Kopfschraube H (Fig. 234) etwas, daß sich die Stundenscheibe im Stück I frei bewegen kann, und hängt das Instrument am Faden L an einen kleinen Nagel, den man an einer Quersprosse zwischen zwei Fensterscheiben eingeschlagen hat. Die drei Füße A, B, B legen sich dann an die Scheibe, und das Instrument kommt schon von selbst in die perpendikuläre Lage, wovon man sich durch Vorhalten eines Lothes überzeugen kann. Geschieht es nicht von selbst, so hilft man mit der Hand nach; gewöhnlich genügt schon ein leises

Klopfen gegen das Fenster. Nun dreht man die Stundenscheibe D so lange, bis der Schatten des Fadens C auf dem Zifferblatte diejenige Zeit zeigt, welche eine — wo möglich richtig gehende — Taschenuhr angiebt. Nun wird die Schraube H wieder fest angezogen und dadurch Stundenzeiger und Gestelle in feste Verbindung gebracht. Jetzt überzeugt man sich noch einmal, ob die Zeit beim lothrechten Hängen richtig ist — dann wird die Fenestrole, vorausgesetzt, daß weder der Breitenzeiger, noch die Stundenscheibe sich verschoben haben, an derselben Stelle die Zeit immer richtig angeben.

Hat man bei der ersten Eintheilung die Zeit nicht genau gewußt, so kann man das in wenigen sonnigen Tagen selbst berichtigen, wenn man nur eine Uhr hat, auf deren Richtiggehen man sich auf wenigstens zwei Stunden verlassen kann. Sieht man, z. B., daß die Sonnenuhr, die um 2 Uhr mit der Taschenuhr übereinstimmte, um 4 Uhr schon weiter ist, so nimmt man durch eine kleine entsprechende Drehung der Stundenscheibe D die Korrektion vor, und wird es bald dahin bringen, daß jedes Mal, wenn die Sonnenuhr die Zeit von einer Stunde angiebt, das genau mit der Zeit, wie sie eine andere Uhr mißt, übereinstimmt. Ist dieß der Fall, so hängt und zeigt die Sonnenuhr richtig.

Auch diese Fenestrolen verfertigt Hr. Boissier nach der Angabe des Direktors August, der sie alle prüft und als Zeugniß für die Richtigkeit derselben eine von ihm unterstempelte und dieselbe Nummer wie das Instrument führende Beschreibung beigiebt. Der Preis ist 3 Thlr. (Polyt. Journal, Bd. 149, S. 12. Siehe auch im XIX. Kapitel H. Schmeißer's hemisphärische Sonnenuhr.)

Verbesserung an Pendeluhren von Sieg. Schüller, Maschinentechniker in Wien.

Die jetzt üblichen Konstruktionen der Uhren zeigen uns fast durchwegs die Zeit durch einen vom Zeiger

durchlaufenen Weg an. Indem nun der Zeiger in gleichen Zeiten gleiche Wege zurücklegt, sind wir in den Stand gesetzt vom durchlaufenen Weg auf die verflossene Zeit zu schließen.

Bei den gegenwärtig so beliebten Pendulen giebt es nun einen Bestandtheil, der ebenfalls in gleichen Zeiten gleiche Wege zurücklegt und daher vollständig die Eigenschaften eines Zeigers oder Zeitweisers besitzt, welche auszubeuten man jedoch bisher unterließ.

Dieser Bestandtheil ist das Gewicht, welches durch seine Schwerkraft den ganzen Mechanismus in Bewegung setzt. Es durchläuft dasselbe in gleichen Zeiten gleiche Räume und muß sie durchlaufen, weil eben hiervon der richtige Gang der Uhr abhängt.

Der Weg jedoch, den es durchläuft, ist im Verhältniß zu den Zeigern am Zifferblatte ein kleiner, und darum ist es auch geeigneter zum Anzeigen größerer Zeitabschnitte, z. B. zum Anzeigen von Tagen.

Man ist dadurch in den Stand gesetzt, auf höchst billige Art ein Kalendarium mit der Uhr zu verbinden, was von den Uebelständen ganz befreit ist, welche den bisherigen, durch ein Räderwerk bewegten Datumzeigern anklebten, denn man vermehrt den Mechanismus der Uhr selbst durch gar keinen neuen Bestandtheil.

Vorliegende Erfindung läßt sich mit Vortheil bei zwei Gattungen Pendeluhren anwenden, und zwar:

1) bei Pendeluhren, welche alle 8 Tage aufgezogen werden müssen;

2) bei Pendeluhren, welche alle Monate aufgezogen werden.

Fig. 236 zeigt eine solche Pendeluhr, die blos jede Woche aufgezogen zu werden braucht. An der Hinterwand des Kastens ist eine Skale mit 7 Abtheilungen befestigt. In jeder steht ein Tag eingeschrieben, und von Theilstrich zu Theilstrich ist genau der Raum angegeben, den der Zeiger in 24 Stunden durchläuft. Die Anfertigung der Skale ist sehr leicht auf empirischem Wege zu finden, und dieselbe kann, wenn sie geschmack-

voll ausgestattet wird, die Uhr bedeutend zieren. An der untern Fläche des Gewichtes ist ein Stahlplättchen angeschraubt, das als Zeiger benutzt wird.

Fig. 237 zeigt eine Uhr mit Datumzeiger, die blos alle Monate aufgezogen zu werden braucht. Die Anwendung der Erfindung ist hier im Principe genau dieselbe. Die Skale kann ebenfalls auf empirischem Wege angefertigt werden. Auch hier ist ein Stahlplättchen an der unteren Seite des Gewichtes als Zeiger benutzt. Man kann durch stufenförmiges Einschreiben der Tagesindexe die Deutlichkeit derselben bedeutend erhöhen.

Die Anfertigung dieser Skalen vertheuert die Uhr nur um ein Unbedeutendes. Das Gewicht selbst fällt gleichmäßig. Der einzige Umstand, welcher hindernd in den Weg treten könnte, ist ein unrichtiger Gang der Uhr, dann ist es jedoch selbstverständlich, daß man sie korrigiren muß.

Beim Aufziehen der Uhr muß jedoch auf eine ziemlich richtige Einstellung des Zeigers Rücksicht genommen werden, die sich aber sehr gut mit freiem Auge mittels Abschätzung vornehmen läßt.

Auch könnte man, um dem Uebelstande abzuhelfen, durch die Pendelscheibe die Ziffer verdeckt zu sehen, die Skale höher legen und dann das Stahlplättchen an der obern Seite des Cylinders anschrauben.

Das Aufziehen der Uhr kann beliebig vorgenommen werden, wenn nur auf das Einstellen des Zeigers Bedacht genommen wird. (Polyt. Journ. Bd. 163, 5; 336.)

Holly Skinner's Kalender-Uhr.

Der Hauptzweck, welchen der Erfinder dieser Uhr im Auge hatte, besteht darin, die Bewegungen des Wochenrades, des Monatsrades und des Jahresrades vollkommen sicher und selbstthätig zu machen; die Erfindung besteht darin, daß das Jahresrad mit Zähnen von verschiedener Länge versehen ist, welche im Verhältniß zu der Länge der verschiedenen Monate stehen, und

daß durch eine an dem, dem Monat Februar entsprechenden, Zahn angebrachte Vorrichtung die für Schaltjahre und gemeine Jahre verschiedene Länge dieses Zahnes regulirt wird. Dabei sind das Jahresrad und das Monatsrad in solcher Weise mit einander verbunden, daß die Größe der vorwärts drehenden Bewegung des Monatsrades von der Länge der Zähne des Jahresrades abhängt, und daß das Monatsrad beim Zurückgehen das Jahresrad um einen Zahn vorwärts schiebt. Das Monatsrad ist nämlich so eingerichtet, daß dasselbe beim Vorwärtsgehen gegen eine Feder getrieben wird, welche am Ende des Monats, wenn der Sperrhaken, welcher das Monatsrad hält, ausgelöst wird, dasselbe wieder zu dem Ausgangspunkte zurücktreibt.

Fig. 238 ist eine vordere Ansicht des Kalenderwerkes und des Zifferblattes der Uhr, letzteres in fetten Linien und Buchstaben dargestellt. Fig. 239 ist eine ähnliche Ansicht der Haupttheile dieses Werkes in einer verschiedenen Stellung, und Fig. 240 ist eine perspektivische Ansicht des Daumens, welcher das Kalenderwerk bewegt. Gleiche Buchstaben in den verschiedenen Figuren bezeichnen dieselben Theile.

Der Hebedaumen A ist auf einer Spindel a aufgesteckt, welche alle 24 Stunden eine Umdrehung in der Richtung des in Fig. 238 in seiner Nähe angebrachten Pfeiles macht, die ihm durch das Stundenrad der Uhr, oder vom Schlagwerk aus mitgetheilt werden kann. Dieser Daumen, dessen Konstruktion in Fig. 240, und seine Stellung zu den übrigen Theilen der Uhr in Fig. 238 gezeigt ist, theilt seine Bewegung den Rädern B und C mit, von welchen jenes eine mit den Namen der Wochentage und letzteres eine mit Zahlen von 1 bis 31 versehene Platte trägt, wodurch die Monatstage angedeutet werden. Das Wochenrad B steckt auf der Röhre des Stundenzeigers der Uhr; dasselbe hat 14 Zähne, und seine Oberfläche ist in eine entsprechende Anzahl von Theilen eingetheilt, welche mit den Namen der Tage zweier aufeinander folgenden Wochen bezeichnet

sind. Man kann jedoch diesem Rade auch blos 7 Zähne geben und dasselbe mit den Namen der Tage von blos einer Woche bezeichnen, und man kann es an irgend einer andern Achse, wo es eben bequem ist, hinter dem Zifferblatt aufstecken.

Die Zähne des Monatsrades C sind sägeförmig, und dasselbe ist mit 36 Zähnen abgebildet; man kann ihm jedoch irgend eine beliebige Anzahl Zähne geben, nur nicht weniger, als 31. Die Zahlen auf seiner Seite stimmen mit 31 seiner Zähne zusammen. Dasselbe bewegt sich lose auf der Hauptachse C des Schlagwerks; es kann jedoch auch an irgend einer andern Achse in gleicher Weise angebracht werden.

Der Hebedaumen A läuft in zwei Zacken c und d aus (s. Fig. 240), von welchen jener in die Zähne des Monatsrades C und dieser in die des Wochenrades B eingreift und dazu dient, mit jeder Umdrehung des Hebedaumens jedes dieser Räder um einen Zahn vorwärts zu schieben und auf diese Weise den Namen des neuen Tages und das Datum des Monats vor die Oeffnungen e und f in dem Zifferblatte zu bringen. Die zwei Räder B und C und die Achse a sind in solcher Stellung zu einander, daß der Hebedaumen A seine Wirkung auf beide Räder in einem sehr kleinen Theile seiner ganzen Umdrehung ausübt, und der Zacken c desselben dient auch dazu, einen Sperrkegel g aus dem Rade B auszulösen, ehe der Zacken d mit den Zähnen dieses Rades in Berührung kommt. Das Monatsrad C wird durch einen Vorsprung i festgehalten, welcher auf dem Vordertheile eines Winkelhebels D, E festsitzt. Dieser Hebel dreht sich auf einem Zapfen 8, welcher in dem Gestelle des Uhrwerkes angebracht ist, und der Vorsprung i fällt durch die Wirkung der Schwerkraft und vermittelst einer Feder j zwischen die Zähne des Rades C und schleift vermöge der Form dieser Zähne über dieselben weg, wenn das Rad durch die Wirkung des Fingers vorwärts getrieben wird.

Das Jahresrad F dreht sich auf einer festen Achse n und hat 12 Zähne l, l*, welche einige Aehnlichkeit mit Sägezähnen haben, mit dem Unterschiede, daß die radialen Seiten derselben mit Einschnitten k k* versehen sind. Diese Zähne bezeichnen die 12 Monate des Jahres, und ihre Länge, gemessen von dem Ende bis auf den Grund des nächstfolgenden Zahnes, ist im Verhältnisse zu der Länge der auf einander folgenden Monate und in derselben Ordnung. Der Zahn l*, welcher den Monat Februar vorstellt, ist im Verhältniß lang genug für den Februar eines Schaltjahres, d. h. für 29 Tage, aber auf seiner hintern Seite ist der auf einer Feder m sitzende Zahn m′ angebracht, welcher sich herausdrücken läßt, so daß er den Einschnitt k* in dem hintern l* liegenden Zahne bedeckt, und die wirkliche Länge des Zahnes l* im Verhältniß blos 28 Tage vorstellt. Diese Feder m ruht auf einem kleinen Rade G, dem Schaltjahrrade, welches sich frei auf einem Zapfen o an der hintern Seite des Jahresrades F dreht. Dieses Schaltjahrrad ist mit 4 Vertiefungen p, p, p, p* versehen, welche einen Vorsprung an der untern Seite der Feder m aufnehmen. Drei dieser Vertiefungen p sind von solcher Tiefe, daß sie den Zahn m′ in einer Stellung erhalten, wie dieß in Fig. 238 gezeigt ist, so daß derselbe den Einschnitt k* bedeckt. Die vierte p* ist tiefer, so daß die Feder m, welche gegen den Mittelpunkt des Rades G hinwirkt, so tief einsinkt, daß der Zahn m′ von dem Einschnitt k zurückgezogen wird und so die Länge des Zahnes l* im Verhältniß auf 29 Tage bringt, wie dieß in Fig. 239 vorgestellt ist. — Auf der Oberfläche des Jahresrades F sind die Namen der Monate angebracht; es ist jedoch nicht nothwendig, daß dieselben gerade gegenüber von den Zähnen stehen, welche mit ihrer Länge übereinstimmen, und die Stellung der Namen hängt gänzlich von der Lage der Oeffnung r im Zifferblatt ab, durch welche der Name des laufenden Monats dem Beobachter vorgeführt wird.

H bezeichnet eine Zahnstange, welche mit einem der Länge nach laufenden Schlitze versehen ist, vermöge dessen sie auf einem feststehenden Stifte s gleitet; dieselbe ruht theilweise auf einer Rolle u, welche an einer Feder v befestigt ist, welche letztere an dem Gestelle der Uhr angebracht ist. Diese Stange trägt einen auf einer Feder ruhenden Sperrhaken g, wodurch das Jahresrad jeden Monat um einen Zahn vorwärts bewegt wird, so daß ein neuer Monatsname vor die Oeffnung r in dem Zifferblatte gebracht wird. — Ein Sperrkegel I dient dazu, das Jahresrad festzuhalten, während der Haken g vorwärts gezogen wird, um mit einem zweiten Zahn in Eingriff zu kommen. Die Zahnstange H wird in der Richtung des auf ihr angebrachten Pfeils durch ein Zahnrad t in Bewegung gesetzt, welches mit dem Monatsrad C fest verbunden ist und an der untern Seite dieses Rades in die Zahnstange eingreift, so daß jede tägliche Bewegung, welche dem Monatsrad durch den Hebedaumen A mitgetheilt wird, eine entsprechende mit der Länge des betreffenden Zahns und des Umfangs des Jahresrades im Verhältniß stehende Bewegung des Hakens g zur Folge hat. In ihrer vorwärts gehenden Bewegung wird die Zahnstange H gegen eine Feder J getrieben, welche letztere auf diese Weise mehr und mehr angespannt wird und am Ende des Monats, wenn das Monatsrad ausgelöst wird, die Zahnstange wieder zurücktreibt, wodurch das Monatsrad wieder in seine ursprüngliche Stellung am Anfang des Monats zurückkommt und zugleich das Jahresrad um einen Zahn vorwärts geschoben wird. Das Schaltjahrrad G erhält eine Viertelsumdrehung für jede vollständige Umdrehung des Jahresrades durch 4 Zapfen s, s, s, s, welche gleich weit von einander entfernt auf einem von dem Mittelpunkte o des Rades G beschriebenen Kreise an seiner untern Seite angebracht sind, und welche die Drehung verursachen dadurch, daß sie über eine geneigte Ebene C weggleiten, indem das Schaltjahrrad sich um den Mittelpunkt des Jahresrades drehte. In die Nähe des

Zapfens i, zwischen dem Monatsrad und dem Winkelhebel D, E, und auf einem im Uhrengestell festen Zapfen x drehbar, ist der Hebel K angebracht, welcher auf der dem Zapfen i zugekehrten Seite mit einem Einschnitt versehen ist, welcher jenen Zapfen aufhängt, sobald derselbe hoch genug über die Zähne des Monatsrades empor gehoben wird, und eine Feder y drückt diesen Hebel gegen den Zapfen i an. Der Arm E des Winkelhebels D, E ruht vermittelst eines Zapfens 2 auf dem oberen Rande der Zahnstange H, wenn der Zapfen i in die Zähne des Monatsrades C eingreift, und dieses Rad ist auf seiner untern Seite mit einem Stifte 4 versehen, welcher gegen den Hebel K anschlägt, wenn derselbe mit dem Monatsrade gedreht wird.

Der Gang dieser Kalenderuhr findet folgendermaßen statt:

Am Anfang des Monats, wenn die Zahl 1 vor der Oeffnung f steht, wie dieß in Fig. 238 dargestellt ist, hat die Zahnstange H ihre äußerste Stellung in der Richtung erreicht, in welcher dieselbe sich bewegt, wenn sie drehend auf das Jahresrad einwirkt, und sie ist verhindert zu weit in dieser Richtung fortzugehen dadurch, daß der Stift 4 gegen den Hebel K und letzterer gegen einen am Gestell festen Stift 7 anschlägt. In dieser Stellung greift der Sperrkegel I in einen der Zähne des Jahresrades ein. Am Ende des Tages wird durch die Bewegung des Hebedaumens A dem Wochenrade sowohl, wie dem Monatsrade eine Bewegung in der Richtung der auf demselben angebrachten Pfeile mitgetheilt, wie schon oben beschrieben, und dieß wird jeden Tag wiederholt, wobei jede Bewegung des Rades C eine entsprechende Bewegung der Zahnstange H und des Hakens q in der Richtung des auf jenem angebrachten Pfeiles zur Folge hat, bis am Ende des letzten Tages des Monats durch die gewöhnliche Bewegung des Monatsrades der Haken q über den Endpunkt des Zahnes vor dem Jahresrade, auf dessen Rückseite derselbe gleitete, weggezogen wird, und die Zahnstange mit dem Haken durch

die Wirkung der Feder v und der Rolle u emporgedrückt werden, wie dieß in Fig. 239 gezeigt ist.

Wenn die Zahnstange auf diese Weise gehoben wird, so drückt sie gegen den Stift z und hebt den Winkelhebel D, E, wodurch der Zapfen i so hoch hinauf gedrückt wird, daß er in den Einschnitt im Hebel K fällt, und das Monatsrad, welches jetzt gänzlich der Wirkung der Feder J überlassen ist, dreht sich schnell rückwärts in der dem auf demselben angebrachten Pfeile entgegengesetzten Richtung, bis die Zahl 1 wieder vor der Oeffnung f im Zifferblatte steht: zugleich bewegt der Sperrhaken q das Jahresrad F weit genug, um den Namen eines neuen Monats vor die Oeffnung r zu bringen. Sobald diese Bewegung ihr Ende erreicht, wird durch die Wirkung des Stiftes 4 der Hebel K von dem Zapfen i zurückgestoßen und letzterer fällt wieder zwischen die Zähne des Monatsrades. Damit das Monatsrad nicht zu weit rückwärts gehe, ist der Stift 7 angebracht, so daß der Hebel K blos so weit zurückgehen kann, als nöthig ist, um den Zapfen i frei zu setzen.

Diese Bewegung des Jahresrades und des Monatsrades wird am Ende jeden Monats wiederholt, abgesehen von der Länge desselben, da die Zeit, wenn das Monatsrad frei gesetzt wird, von der Länge der Zähne des Jahresrades abhängt.

Während der Dauer jeden Jahres wird aber das Schaltjahrrad je um eine Viertelsumdrehung gedreht, wie dieß oben beschrieben wurde, so daß am Ende jeden vierten Jahres l* im Verhältniß auf 29, statt wie vorher auf blos 28 Tage bringt, so daß das Monatsrad um einen Zahn weiter gedreht werden muß, ehe sein Zurückgehen gestattet wird.

Diese Einrichtung wurde schon im Anfange des Jahres 1858 in den Vereinigten Staaten patentirt und ist seitdem so verbessert worden, daß einige Schwierigkeiten, welche sich der praktischen Ausführung der hier beschriebenen Konstruktion entgegensetzten, überwunden

sind. Statt der Zahnstange wird jetzt ein gezahnter Sektor angewendet, welcher eine Spiralfeder anspannt, durch deren Wirkung hernach das Monatsrad zurückgetrieben wird. Zugleich kann bei letzterer Einrichtung die Verbindung zwischen dem Monatsrad und dem Jahresrade leichter hergestellt werden, indem die den Sperrhaken q tragende Stange vermittelst eines Schlitzes an dem gezahnten Sektor befestigt ist, so daß ihre Stellung regulirt werden kann.

Der Patentträger, Hr. Holly Skinner aus dem Staate Ohio, hat bereits Vorkehrungen getroffen, um seine Uhrwerke im Großen verfertigen zu können.

(Dr. Dingl. pol. Journ. Bd. 155, Hft. 3, S. 187.)

Eine geräuschlos gehende Uhr für Krankenzimmer.

Das Princip einer solchen Uhr, welche bei der Londoner Ausstellung in großer Anzahl verkauft wurde, beruht darauf, daß ein in einer engen, mit zwei überaus feinen Oeffnungen an den entgegengesetzten Enden versehenen Glasröhre eingeschlossener kurzer Quecksilberfaden, zufolge seines Gewichts, langsam herabsinkt, während er die unter ihm befindliche Luft in der Röhre verdrängt. In einem circa 15 Zoll langen und $\frac{1}{4}$ Zoll weiten äußeren Glasrohre befindet sich nämlich ein solches enges Rohr eingeschoben, welches einen Quecksilberfaden von ungefähr 1 Zoll Länge enthält. Die Enden dieses engen Rohrs sind ein jedes mit einer sehr feinen Oeffnung versehen, die äußere weitere Röhre dagegen ist völlig geschlossen. Das Ganze ist auf einem kleinen entsprechend langen schmalen Bretchen, ähnlich einer Thermometerröhre, befestigt, auf welchem die Skala, d. h. die 24 Stunden des Tages aufgetragen sind. Der Quecksilberfaden sinkt nunmehr, wenn man das Bretchen, an welchem die verschiebbare Glasröhre mittels zweier Drähte festgehalten wird, senkrecht so auf-

hängt, daß der Quecksilberfaden am obersten Punkte sich befindet, langsam herab, und zwar in einer Stunde je um einen Theilstrich. Ist nach 24 Stunden der Faden am untersten Ende angelangt, so muß man das Instrument umkehren, wo dann eine entgegengesetzt gerichtete Skale gleichfalls zum Ablesen dient. Der kleine Apparat wird besonders für Krankenzimmer empfohlen, wo das Geräusch gewöhnlicher Uhren häufig störend auf den Kranken einwirkt.

Dreizehntes Kapitel.

Ueber die Konstruktion von Uhren zur Kontrole der Arbeiter und ihrer Leistungen.

Wächter- oder Kontroleuhren werden in Gefängnissen, in Fabrikgebäuden und an einigen andern Orten angewendet, wo es sich nothwendig macht, daß ein Wächter zur Stelle sei und die ganze Nacht hindurch wache. Dergleichen Uhren sind weiter unten verschiedene beschrieben worden.

In der neuern Zeit hat man auf den wichtigen Eisenbahnstationen und in den Hauptwerkstätten tragbare Kontroluhren eingeführt, die sich durch ihre einfachen, sinnreichen und zweckmäßigen Einrichtungen vortheilhaft auszeichnen, und da dieselben vielleicht noch nicht allgemein bekannt sind, so theilen wir eine Beschreibung derselben mit.

Die tragbare Kontroleuhr hat den Zweck, die Pünktlichkeit der Nachtwächter dadurch zu kontroliren, daß sie genau angiebt, ob, wann und in welcher Reihenfolge die zu bewachenden Lokalitäten von dem Wächter wirklich besucht worden sind. Ihre Einrichtung ist folgende:

In einer ledernen Umhängetasche ist ein verschlossenes Kästchen, zu welchem der den Wächter kontrolirende Beamte den Schlüssel besitzt. In diesem Kästchen ist eine Uhr, durch deren Gang eine daneben angebrachte Scheibe in Umdrehung gesetzt wird, welche, wie das Zifferblatt der Uhr, eine Stunden- und Minuteneintheilung hat und genau der Bewegung des Zeigers der Uhr folgt. Unterhalb dieser eingetheilten Scheibe ist eine zweite Scheibe mit einem kurzen Stifte, der in eine entsprechende Oeffnung der obern paßt, so daß beide Scheiben nicht gegen einander sich verrücken können. Die obere Scheibe ist abnehmbar (durch Zurückdrücken eines Schließers in der Mitte der eingetheilten Scheibe) und zwischen beide Scheiben wird eine Papierscheibe von etwas größerem Durchmesser, als dem der Metallscheiben, eingelegt. Für das Zuschneiden dieser Papierscheiben sind besondere Eisenplatten und für das Durchstoßen der mittlern Oeffnung, durch welche die Drehachse der Metallscheibe gehen muß, ein Durchschlagstift vorhanden.

Dem obersten Punkte der Metallscheiben (korrespondirend der Zahl XII des festen Zifferblattes) gegenüber ist ein Steg mit einem Schlitze, welcher die Papierscheibe übergreift. In der Mitte dieses Schlitzes springt, wenn durch einen Mechanismus in Bewegung gesetzt, ein spitziger in einer Feder befestigter Stift in die Höhe und macht in die Papierscheibe ein kleines Loch. Da nun die Spitze des Stiftes sich immer mit Rücksicht auf die Scheibe an dem gleichen Punkte (entsprechend der Ziffer XII des festen Zifferblattes) befindet, während die drehbare, eingetheilte Scheibe und mit derselben die Papierscheibe, wie angegeben, genau der Bewegung des Stundenzeigers der Uhr folgt, so ergiebt sich, daß man an dem Stande der mit dem Stifte geschlagenen Oeffnung stets genau erkennen kann, wann dieselbe hervorgebracht wurde.

Der Mechanismus, der dazu dient, die Spitze in die Höhe zu schnellen, um die Papierscheibe zu durchlöchern, hat aber zugleich noch eine Einrichtung, mittels

welcher die Feder, die den Stift enthält, so bewegt werden kann, daß der Stift sein Loch in das Papier in verschiedenen Abständen von dem Mittelpunkte der beweglichen Metallscheibe durchschlägt. Zur Bewegung des genannten Mechanismus dienen eigne Schlüssel, die von außen durch das Uhrenkästchen gesteckt und umgedreht werden. Die Schlüssel sind so eingerichtet, daß durch jeden derselben dem spitzigen Stifte eine andere Stellung mit Rücksicht auf dessen Abstand von dem Mittelpunkte der Metallscheibe gegeben wird; sie haben verschieden gestaltete Bärte, und für jeden ist ein besonderes Schlüsselloch vorhanden. Wird nun in das erste Schlüsselloch (mit Nr. I bezeichnet) der dazu passende Schlüssel eingesteckt und umgedreht, so wird ein Loch in die Papierscheibe in nächster Nähe der Metallscheibe durchgestoßen. Das Einstecken und Umdrehen des Schlüssels in jedem folgenden Schlüsselloche (Nr. II, III, IV, V u. s. f.) bewirkt das Durchschlagen der Papierscheibe mit etwas größerem Abstande von der Metallscheibe. Man kann daher aus dem Stande der Oeffnungen in der Papierscheibe neben der Zeit des Durchschlagens zugleich die Nummer des Schlüssels erkennen, mit welchem das Durchschlagen bewerkstelligt worden ist.

Werden nun die Schlüssel, die zu diesem Zwecke an Kettchen festgemacht sind, an denjenigen Orten angebracht, welche des Nachts von dem Wächter zu besuchen sind, so ist die Uhr aufgezogen und im Gange, das Kästchen aber verschlossen; trägt der Wächter die Uhr umgehängt mit sich und besucht er der Reihe nach die vorgezeichneten Orte, indem er überall den daselbst vorhandenen Schlüssel in das richtige Schlüsselloch des Kästchens steckt und dann umdreht, so muß die Papierscheibe anzeigen, ob, wann und in welcher Reihenfolge die betreffenden Lokalitäten besucht worden sind. Die Kettchen, an welchen die Schlüssel befindlich, werden mit Holzschrauben an die Wand befestigt, und es kann zur Sicherheit auf die Schraube ein Siegel gedrückt werden. Schlüssel und

Kette können außerdem zweckmäßig in ein hierfür angebrachtes Kästchen verschlossen werden, wozu der Wächter den Schlüssel erhält. Findet ein solcher Verschluß der Schlüssel statt, so ist es nicht nöthig, für jedes Kästchen einen besondern Schlüssel zu haben, sondern es genügt einer für alle Kästchen. Die Ledertasche, in welcher die Kontroluhr getragen wird, hat zwei Lappen, von welchen der eine die Oeffnung zum Herausnehmen des Uhrkastens, der zweite die Schlüsselöffnungen bedeckt.

Die Uhr geht 30 Stunden, wird aber am besten jeden Abend aufgezogen, wenn die neue Papierscheibe eingelegt wird. Zu den Papierscheiben wird gut geleimtes Postpapier verwendet. Die gebrauchten Papierscheiben sind mit dem Datum, und bei mehreren Wächtern mit dem Namen des Wächters, oder mit einer unterscheidenden Ziffer zu bezeichnen und aufzubewahren, damit nöthigenfalls auch später noch erhoben werden kann, ob und zu welcher Stunde einer bestimmten Nacht eine oder die andere Lokalität von dem Wächter besucht worden ist.

Nach dem Angeführten kann nun mittels der beschriebenen Kontroluhren jeden Morgen (so wie auch später) ermittelt werden:

1) Um welche Zeit der Wächter die ihm angewiesenen Orte besucht hat:

2) ob er die ihm vorgeschriebene Reihenfolge der Besuche (Richtung der Begehung) eingehalten, oder welche Abweichung darin stattgefunden;

3) wie lange Zeit er verwendet hat, um von einem Orte zum andern zu kommen;

4) wie oft er während einer Woche seine Besuche (Begehung) wiederholt hat.

Neben dieser umfassenden Kontrole gewährt die Einrichtung den weitern wichtigen Vortheil, daß der Wächter genöthigt ist, sich an jedem Orte, wo ein Schlüssel vorhanden, einige Zeit zur Vornahme der nöthigen Manipulation aufzuhalten und dadurch jede Unregelmäßigkeit um so sicherer wahrnimmt.

Wächteruhren des Herrn A. Lißt*).

Die älteste Art, in der man sich von der Wachsamkeit eines Wächters oder eines Arbeiters überzeugt, bestand darin, daß durch eine in gewissen Zeitabschnitten in einen Kasten geworfene Kugel die Anwesenheit zur rechten Zeit bestätigt wurde. Abgesehen davon, daß bei diesem Verfahren eine Menge Uebelstände eintraten, welche die Kontrole erschwerten, so war bei demselben öfters nie ganz bestimmt die Zeit zu erkennen, in welcher die Kugel eingesenkt wurde. Diesem Uebelstande suchte Herr Anton Lißt, zweiter Vorsteher der bürgerlichen Kleinuhrmacher in Wien, auf eine einfache Weise abzuhelfen, und konstruirte zu dem Ende im Jahre 1838 ein Kontroluhr folgender Einrichtung:

Ueber dem Zifferblatte einer einfachen gewöhnlichen Uhr befindet sich eine schmale, querlaufende Leiste, in welcher gleichfalls die zwölf Stunden, wie am Zifferblatte der Uhr, angezeigt sind. Ein Zeiger läuft, genau mit dem Gange der Uhr korrespondirend, längs dieser Leiste hin und weiset die Stunden. — Auf seiner Rückseite ist ein Kreidegriffel angebracht, der auf den Druck eines Stiftes einen Strich an der Leistenoberfläche macht, wodurch sich ohne Widerspruch ermitteln läßt, zu welcher Zeit dieser Druck ausgeübt wurde. — Bei der Anwendung ragt der erwähnte Stift aus dem geschlossenen Uhrkasten vor, und der Arbeiter oder Wächter, welcher seine Anwesenheit zu einer bestimmten Zeit nachzuweisen hat, bewirkt durch den leisesten Druck den an der Skala genau die Stunden bezeichnenden Strich.

Obgleich diese Uhr als einfach und zweckmäßig erkannt wurde, suchte Herr Lißt dennoch eine verläßlichere Vorrichtung zu ersinnen, indem sich beim längeren Gebrauche derselben einige, wenn auch kleine Uebelstände

*) Verhandlungen des niederösterreichischen Gewerbevereins. 1847. Heft 1.

zeigten, wie z. B. oft eintretende Nothwendigkeit einer Zuschärfung und Erneuerung des Kreidegriffels. u. s. w. Er konstruirte demnach im Jahre 1840 eine zweite Art solcher Wächteruhren.

Unter dem Zifferblatte einer gewöhnlichen Uhr ist eine Scheibe angebracht, welche mit dem Zeiger der Uhr selbst in Verbindung steht. Durch diese Verbindung wird die Scheibe, je nach der Fortrückung des Zeigers, um ihre Achse bewegt. Der Rand der Scheibe ist in 24 gleiche Theile getheilt, von denen 12 die Stunden des Tages, die übrigen die Stunden der Nacht bezeichnen. Beide sind durch leicht kennbare Zeichen getrennt. Der Umfang der Scheibe ist ferner mit kleinen beweglichen Stahlstiften bedeckt, deren jeder eine Viertelstunde bezeichnet. An der Außenseite des Uhrkastens befindet sich eine Vorrichtung, durch welche, mittels Druck oder Zug, die Stifte gesenkt werden.

Um die Anwesenheit oder Wachsamkeit einer Person zu bestätigen, ist dieselbe gezwungen, zu jeder gegebenen Zeit einen Stift mittels der genannten Vorrichtung einzusenken. Die Sorglosigkeit wird durch die hervorragenden Stifte angedeutet, die sich auf keine Weise später mehr einsenken lassen. Bei Vornahme der Kontrole können die Stifte sämmtlich eben so schnell wieder richtig gestellt werden. Es ist übrigens nicht nothwendig, daß der Wächter oder Arbeiter jedesmal unmittelbar bei der Uhr selbst erscheine; letztere kann in einem verschlossenen Zimmer, ja selbst einige Stockwerke von dem Orte, an welchem der Wächter sich befindet, entfernt aufgestellt sein, und die Kontrole dennoch vorgenommen werden.

Mit kleinen Veränderungen hat Herr Lißt dieses Princip auf eine andere Weise ausgeführt, welche sich von dem vorhergehenden dadurch unterscheidet, daß die Kontrolscheibe von der Uhr nicht getrennt ist, sondern zugleich das Zifferblatt letzterer bildet. — Durch einige leicht zu bewerkstelligende, Abänderungen können diese Uhren auch dergestalt eingerichtet werden, daß sie nicht blos den Beweis liefern, ob ein Arbeiter in bestimmten

Zeitabschnitten bei der Uhr anwesend war, sondern man kann sich durch dieselbe auch von den Leistungen eines Arbeiters in gewisser Beziehung und bis zu einer gewissen Grenze volle Ueberzeugung verschaffen.

Mehre Kontroluhren des Herrn Lißt sind in Wien seit längerer Zeit im Gebrauche, z. B. im Palais des Herrn Erzherzogs Carl, im Hauptmünzgebäude, in der k. k. Porzellanfabrik, in den Bahnhöfen der Nordbahn und der Wiener-Gloggnitzer-Eisenbahn, in der k. k. Salmiakfabrik zu Nußdorf 2c. und haben den Beweis geliefert, daß sie bei ihrer einfachen Einrichtung und sichern Handhabung höchst geringen, ja bei einiger Sorgfalt beinahe gar keinen Reparaturen unterliegen. Die Uhr selbst wird überdieß durch die Kontrolvorrichtung in ihrem richtigen Gange nicht gestört. Der billige Preis von 16 Fl. C. M. pro Stück endlich gestattet ihre allgemeine Anwendung.

Kontroluhr des Herrn J. Lutz.

Bei den Eisenhohöfen der Innerberger Hauptgewerkschaft zu Eisenerz handelte es sich um die Herstellung einer verläßlichen Kontrole über die Hüttenarbeiter bei dem Stürzen der Erz- und Kohlengichten. Es sollte nämlich konstatirt werden können, wie viel Gichten in einer bestimmten Zeit und in welchen Zeitabschnitten in den Hohofen gestürzt wurden. Es besteht bei einem dieser Hohöfen eine Aufzugmaschine, mit welcher die Erze und Kohlen von der untern Etage bis zum Niveau der Gicht gehoben werden.

Dem Uhrmacher Ignaz Lutz in Wien (Währingergasse Nr. 286) wurde nun zur Aufgabe gestellt, eine Kontroluhr zu verfertigen, welche, mit der Aufzugsmaschine in Verbindung gebracht, die Zeit anzeigt, in welcher Erz und Kohlen bis zur Gicht aufgezogen und von dort auf den Ofen aufgehoben worden sind. Dieser Angabe entsprach derselbe durch eine allen Anforderungen vollkommen genügende Kontroluhr.

Eine ganz einfache gewöhnliche Uhr bewegt um die Zeigerwelle, bei feststehenden Zeigern, das in 12 Stunden und diese wieder in Minuten eingetheilte Zifferblatt, welches mit einem zum Schreiben mit einem Thonschiefergriffel oder Kreide geeigneten schwarzen Kranze umgeben ist. Auf diesem schwarzen Kranze wirkt ein in einer beweglichen Feder gehaltener Griffel so oft und so lang, als ein seitwärts angebrachter Stift gedrückt wird, und beschreibt beim Beginne des Druckes eine vertikale Linie und sodann einen Kreisbogen so lange, bis der Druck an der Feder wieder erhoben wird. Der Stift nämlich, mit dem Gichten-Aufzuge in Verbindung gebracht, drückt, bei jedesmaliger Bewegung des Aufzuges, auf den Griffel und bringt ihn mit dem Kranze des Zifferblattes in Berührung, wodurch er auf dem nach dem Gange der Uhr beweglichen Zifferblatt in der Breite des Kranzes nach abwärts fällt und einen vertikalen Strich zurückläßt, dann während des Stillstandes des Erzaufzuges einen der Bewegung des Uhrblattes entsprechenden Kreisbogen so lange beschreibt, bis der Druck an dem Stifte aufhört, wobei dann zugleich auch wieder der Griffel in die Höhe gehoben und von dem Kranze des Uhrblattes entfernt wird.

Durch die auf diese Art auf dem schwarzen Rande des Zifferblattes zurückgebliebenen geraden und krummen Linien läßt sich somit bis zur Genauigkeit einer Minute ersehen: zu welcher Zeit jede Erz- und Kohlengicht aufgezogen wurde, wie lange sie dort gestanden, bis sie in den Ofen gestürzt wurde, dann, wie lange die leeren Gichtkörbe ausgeblieben sind, bis sie wieder gefüllt zur Gicht gelangten. Es ist somit eine so vollständige und genaue Ueberwachung der Arbeiter in Beziehung auf ihre Arbeitsleistungen und die Zeit der Leistung erreicht, als nur immer nothwendig und wünschenswerth ist.

Diese Uhr ist so einfach konstruirt, daß sie von Jedem, der nur mechanische Begriffe hat, leicht zerlegt und wieder zusammengerichtet werden kann. Sie kann somit auch nur sehr wenigen Reparaturen unterliegen. Bei

dem richtigen Verhältnisse ihrer Größe, des Räderwerkes und der Stärke der Federn, wird sie durch den Druck und die Bewegung des Griffels in ihrem richtigen Gange nicht gehindert. Diese Kontroluhr eignet sich nicht blos zu dem bezeichneten Gebrauche, sondern sichert sich auch eine ausgedehntere Anwendung sowohl bei Maschinen, als andern Vorrichtungen durch Arbeiter, wo es sich um eine Konstatirung von Leistungen und der darauf verwendeten Zeit handelt; ihr verhältnißmäßig billiger Preis ist 40 Fl. C. M.

Wächter-Kontroluhr des Uhrmachers Theodor sen. in Königsberg*).

Die gewöhnliche Weise, die Wachsamkeit unserer Nachtwächter zu kontroliren, indem wir dieselben durch Pfeifen oder Schnarren in gewissen Zeiträumen ihre Wachsamkeit kund geben lassen, ist eben so unsicher, als störend. Mehrfach sind mechanische Vorrichtungen angegeben, jedoch ihrer zu komplicirten Einrichtung halber nur selten ausgeführt. Eine sehr einfache Einrichtung zu diesem Zwecke, welche auf die leichteste Weise mit jeder Uhr in Verbindung zu bringen ist, soll im Folgenden beschrieben werden:

Fig. 241 zeigt den Apparat in einer vordern und Fig. 242 in einer seitlichen Ansicht. Ein Bret A von festem Holze, 8″ hoch, 6″ breit, trägt das ganze Werk und bildet sogar die Rückwand des Gehäuses. In dem Gestelle b sitzt ein Rad mit 48 Zähnen, welche wie bei einem Hemmungsrade geformt sind. In diese greift der Hemmungshaken e, welcher durch die Arme f, f gelöst werden kann. Die Achse d dieses Rades trägt hinten eine Schnurscheibe mit Sperrrad und vorn das Zifferblatt B, von welcher Einrichtung Fig. 243 eine hintere Ansicht giebt. In dem Umfange des Zifferblattes finden

*) Gewerbevereinsblatt für die Provinz Preußen. 1847.

sich 48 oblonge Oeffnungen, welche durch die auf der Hinterseite sich in Scharnieren bewegenden Klappen g, g geschlossen sind. Das Zifferblatt sitzt auf der Welle fest, so daß es zugleich mit dem Rade e seine Umdrehungen macht. Ueber dem Zifferblatte ist am Gestelle, mittels eines Scharniers, der Zeiger h angebracht, welcher winkelrecht den Stift i trägt. Zeiger und Stifte werden durch eine Feder vom Zifferblatte entfernt gehalten, so daß dieses sich frei umdrehen kann. So oft aber der Zeiger mittels des mit ihm in Verbindung stehenden Drahtes angezogen wird, drückt der Stift i eine der Klappen g hinein, der Zeiger aber wird sofort durch die Feder in seine frühere Lage zurückgeführt. Die geöffnete Klappe bleibt in dieser Stellung so lange, bis sie, nach einer fast vollständigen Umdrehung des Zifferblattes, durch eine am Gestelle angebrachte schiefe Ebene (die in der Zeichnung nicht sichtbar ist) allmälig zugedrückt wird; sie bleibt demnach 11 Stunden geöffnet und gewährt dem Beobachter zur Kontrole hinreichende Zeit. Jede nicht eingedrückte Klappe ist ein Beweis der mangelhaften Pflichterfüllung des Wächters.

Zur Verbindung dieser Kontrole mit irgend einer Uhr werden am Umfange desjenigen Rades dieser letzteren, welches innerhalb einer Stunde eine Umdrehung macht, vier Hebelstifte in gleicher Entfernung angebracht, die, einer nach dem andern, den langen Arm f des Hemmungshakens e heben und fallen lassen. Dadurch rückt, vermöge des Gewichtes P, das Rad c in jeder Viertelstunde einen Zahn weiter; mithin dreht sich auch das Zifferblatt sprungweise in gleichen Intervallen und stellt eine der Klappen g nach der andern vor den Zeiger, welcher, wenn er angezogen wird, dieselben durch den Stift i aufdrückt. Soll die bewegende Uhr von der Kontrole entfernt sein, so kann die Auslösung des Hemmungshakens durch einen mit ihr und dem kürzern Arme f verbundenen Draht stattfinden.

Beschreibung einer Wächteruhr, womit man eine beliebige Anzahl von Stockwerken oder Zimmern kontroliren kann, von C. A. Schweitzer.

Die gewöhnlichen Wächteruhren sind insofern unvollkommen, als sie nur für eine einzige Lokalität, ein einziges Stockwerk, Zimmer 2c. ihren Zweck erfüllen; will man sich daher versichern, daß ein Wächter alle Säle oder Zimmer einer Fabrik oder eines sonstigen Gebäudes besucht, so muß man eben so viel Uhren aufstellen, als Zimmer vorhanden sind: man hätte in diesem Falle täglich sämmtliche Uhren zu stellen, zu beobachten und oft auch aufzuziehen, was in weitläuftigen Gebäuden keine kleine Mühe wäre; überdieß würden die Uhren wohl nicht selten in der Zeitangabe abweichen.

Um eine eben so mangelhafte als kostspielige Einrichtung, wie die erwähnte, zu umgehen, hat Herr Schweitzer im Jahre 1843 die im Folgenden beschriebene und in Fig. 244 bis 246 abgebildete Wächteruhr konstruirt, welche sich als sehr zweckmäßig bewährt hat.

A eine mit Blech belegte hölzerne Scheibe, in welche in den Kreisen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 Löcher gebohrt sind. Diese Kreise sind mit 12 Radien durchschnitten, deren jeder eine Stunde entspricht, daher sie auch mit den Stundenziffern bezeichnet sind, jeder Kreis hat 48 Löcher, d. h., zwischen je zwei Radien 4, den Viertelstunden entsprechend; die 7 Kreise entsprechen aber hier den 7 zu kontrolirenden Stockwerken, Sälen oder Zimmern.

b Klappen oder Daumen an den Enden von kleinen Wellen oder Stängelchen, auf welchen auch die Gegengewichte c an Hebeln befestigt sind, welche letztere an einem Ende c′ Löcher haben, um die Zugschnure aufzunehmen. Solcher Stängelchen mit Daumen und Hebel sind eben so viele als Kreise, hier also 7.

d Schnüre, welche am Hebelende c′ befestigt, von den respektiven Hebeln in die 7 Säle laufen, nämlich

in die oberen Säle über die Rollen h, in die unteren Säle aber direkt.

e Uhr, hier eine gewöhnliche Schwarzwälder-Uhr.

f Sperrrad, am Zapfen des Stundenzeigers befestigt; vor diesem Rade ist auf demselben Zapfen lose die Scheibe A angebracht, an welcher die Sperrfeder g festsitzt, die, in das Sperrrad eingreifend, letzteres veranlaßt, die Scheibe mit herum zu nehmen.

i Nägel, deren 48 per Kreis von den Daumen herausgedrückt werden, wenn man die respektiven Schnüre anzieht; nach jedem Zuge fällt der Daumen durch sein Gegengewicht c zurück, der Nagel aber bleibt herausgestoßen; man braucht daher am Morgen nur nachzusehen, zwischen welchen Radien und in welchen Kreisen die Nägel herausgedrückt sind, um zu wissen, in welchen Stunden sie herausgestoßen wurden. Steht, z. B., der dritte Nagel zwischen Radius 1 und 2 im Kreise 3 heraus, so zog der Wächter die Schnure im dritten Saale oder Stockwerke des Gebäudes um $1\frac{1}{2}$ Uhr u. s. w.

Es versteht sich, daß in jedem Zimmer nur ein Schnurende sichtbar ist, und die anderen weitergehenden Schnüre verschlossen bleiben; so daß blos das betreffende Hebelende für den respektiven Kreis angezogen werden kann.

L feststehender Zeiger.

K Kästchen, in welchem die Uhr verschlossen ist.

Um mittels der beschriebenen für 7 Stockwerke konstruirten Wächteruhr eine beliebige Anzahl von Stockwerken oder Räumen kontroliren zu können, braucht man nur eine größere Scheibe mit entsprechend mehr Kreisen, Hebeln, Daumen u. s. w. —

Collin's Nachtwächter-Kontroluhr.

Diese Uhr besteht aus zwei gesonderten Theilen, nämlich einem Chronometer und einer gewissen Anzahl von gußeisernen Büchsen.

Fig. 247 ist eine Ansicht dieser Büchsen A in halber natürlicher Größe. Man befestigt eine solche bei jeder Nachtwächter-Station an der Wand oder an einem beliebigen Orte.

In jeder dieser Büchsen befindet sich ein Stempel a, von denen jeder einen andern Buchstaben auf seiner obern Fläche eingravirt enthält. Die Büchsen sind mit Deckeln B versehen, welche die Bestimmung haben, während des Tages die Stempel vor Muthwillen oder Mißbrauch zu schützen. Der Nachtwächter öffnet die Deckel oder Thürchen Abends bei seinem ersten Umgange und schließt dieselben bei seinem letzten in der Frühe.

Der Chronometer ist in Fig. 248 und 249 im Grundriß und Aufriß dargestellt und zwar in geschlossenem Zustande, wie er immer sein muß, wenn er sich in den Händen des Nachtwächters befindet. Man öffnet das Gehäuse des Instrumentes mittels eines geheimen Schlosses b, welches auf der Seite des ledernen Handgriffes C vorsteht. Man schraubt dabei in dasselbe einen besondern Schlüssel, bis man einen Widerstand fühlt. Hierauf ergreift man mit der einen Hand den Handgriff und mit der andern das Gehäuse und dreht dann dasselbe von links nach rechts, um einen Bajonnetverschluß zu lösen, worauf man den Deckel abheben kann und das Zifferblatt bloßlegt. Ist der Chronometer offen, so kann man ihn aufziehen und auf dem Zifferblatte ein Papier befestigen, welches zu diesem Zwecke besonders hergerichtet ist und dessen beide Seiten die Figuren 250 und 251 darstellen. Man legt das Papier so auf, daß der Index, welcher am Rande des Gehäuses angebracht ist, auf die Stunde zeigt, zu welcher man das Papier auflegte. Ist der Chronometer aufgezogen, mit einem neuen Papier versehen und wieder verschlossen, so kann er dem Nachtwächter anvertraut werden. Die Zeit wird durch die Ziffer angezeigt, welche man durch die mit einer Glasscheibe bedeckte Oeffnung d sieht. Kommt der Wächter zur ersten Station,

so faßt er das Instrument an dem Handgriffe C, C, wobei er die runde Oeffnung d nach unten richtet und den länglichen Spalt e, der mit einem Kautschukrande versehen ist, nach oben. Er steckt dann den Apparat in die gußeiserne Büchse, indem er Sorge trägt, daß die Stifte f, f, welche an dem Rande des Chronometergehäuses vorstehen, auf die Einschnitte g, g treffen, die an dem Rande der Büchse Fig. 247 angebracht sind. Er drückt nun den Chronometer gegen den Boden der Büchse, damit der Stempel a sich auf das papierne Zifferblatt aufdrückt, unter welches man, was noch zu erwähnen ist, vorher schon ein Abklatsch- oder Schwärzepapier gelegt hat.

Bei jeder Station wird dasselbe Manöver wiederholt. Am Ende eines jeden Umganges ist das ganze Wort, über welches man sich geeinigt hat, aufgedruckt, wie dieß Fig. 251 durch das Wort indispensable zeigt, welches 13 Stationen repräsentirt. So viele Umgänge in den Lokalen der Wächter gemacht hat, so oftmal findet sich auch dasselbe Wort wieder aufgedruckt.

Die Buchstaben liegen nicht in einer Linie, wenn das Begehen der Stationen nicht in der Reihenfolge vorgenommen wurde, welche man gewünscht und dem Wächter angegeben hat.

Die Kontroluhr von Collin kostet 100 Franks und jede Büchse oder Kapsel mit ihrem Stempel 12 Franks; bei 12 Stationen wird also die Station ungefähr auf 20 Franks zu stehen kommen. Die Herren Dollfus-Mieg und Komp. haben seit mehr, als einem Jahre einige solche Kontroluhren in Anwendung, und bis jetzt hat sich noch keine Unregelmäßigkeit im Gange derselben herausgestellt. Ihre Handhabung ist so einfach und praktisch, als nur immer möglich. (Bullet. de la Soc. industr. de Mulhouse 1859 Nr. 150). —

Bürk's patentirte Wächter-Kontrol-Uhr.

Die meisten bisher üblichen Kontrol-Uhren bezwecken einzig, den Nachtwächter zu zwingen, einen ihm bestimmten Punkt, welchen man des Nachts besonders gut bewacht haben will, vorzugsweise im Auge zu behalten, sei es nun in bestimmten, oder unbestimmten Zwischenräumen; die zweite Art hat offenbar schon einen Vortheil voraus vor der ersten und läßt am Ende nicht viel zu wünschen übrig, wenn man jeden Punkt, den man von dem Nachtwächter besucht wissen will, mit einer Kontroluhr versieht; aber abgesehen davon, daß dieß bei der Anwendung auf größere Fabrikkomplexe, oder gar auf ganze Ortschaften eine große Ausgabe für viele Uhren verursacht, hat es noch das Unbequeme, daß selbst bei harmonirendem Gang sämmtlicher Uhren die nachträgliche Kontrolirung sehr umständlich ist.

Bürk vermeidet diesen Uebelstand, indem er seine Uhr dem Wächter mit auf den Weg giebt, und dieser auf jedem von ihm zu besuchenden Punkt einen einfachen Schlüssel vorfindet, mit welchem er ein bleibendes Zeichen markiren kann, welches sowohl den Ort, als die Zeit, wo und wann markirt wurde, genau angiebt. Auf diese Art ist Bürk's Wächteruhr ein Instrument, welches eine wirkliche Kontrole ausübt, ohne den Wächter weder an Zeit, noch Ort zu binden, ihn aber ohne Barmherzigkeit zwingt, den ihm angegebenen Rayon zu begehen. Ich kann daher nicht anders, als diese Uhr allen Fabriken, welche einer Nachtwache bedürfen (und welche Fabrik bedarf denn deren nicht?), wie auch für Städte und Dörfer dringend anzuempfehlen; die am meisten von diesen angewendete Kontrolmaßregel, den Nachtwächter die Stunden anrufen zu lassen, wodurch er natürlich nur zur Vogelscheuche wird für allenfallsige Uebelwollende, wird natürlich ganz überflüssig bei Anwendung dieser Uhr.

Bürk's Uhr ist eine in einem messingenen Gehäuse befindliche Ankeruhr in der Größe, daß sie noch sehr gut in der Seitentasche getragen werden kann; der Stundenzeiger nimmt einen Messingring vom Durchmesser des Zifferblattes mit herum, so daß sich jeder Punkt eines am Umfange dieses Ringes jeden Tag zu erneuernden Papierstreifens in Zeit von 12 Stunden vor einem feststehenden Punkte des Gehäuses präsentirt und von diesem Punkte aus mit Angabe der Zeit markirt werden kann. Dieses Markiren findet statt durch sechs über einander stehende Spitzen, welche sich je an einer Feder befinden und mittels eines besonderen Schlüssels gegen den Papierstreifen angedrückt werden können; an jeder von dem Wächter zu besuchenden Station befindet sich ein anderer Schlüssel (welcher, um Verwechselungen unmöglich zu machen, mittels einer angesiegelten Kordel befestigt ist), wodurch verschiedene Spitzen angedrückt werden; da die sechs je einzeln bewegbaren Federn sehr viele Kombinationen zulassen, so genügt eine für eben so viele Posten.

Das ganze Gehäuse ist mittels eines Schlosses verschließbar, und befindet sich nur eine Oeffnung an demselben, durch welche der Kontrolschlüssel eingesteckt werden kann. Die Uhr ist zu beziehen von ihrem Erfinder Hrn. Bürk (Firma Bürk und Beutner) in Schwenningen (Württemberg) und kostet 40 — 45 Fl. je nach der Anzahl der Kontrolschlüssel. (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1858. Bd. II, S. 123). —

Wächter-Kontrol-Apparat von S. Münster in Eupen.

(Patentirt für Preußen, den 25. März 1858.)

Der im Folgenden beschriebene und abgebildete Apparat besteht aus:

a) einem Cylinder von Messingblech, welcher an seiner Achse drehbar ist;

b) dem Mechanismus zum Bewegen desselben;
c) einem Wasserbehälter;
d) dem Mechanismus zum Oeffnen und Schließen des Wasserrohrs;
e) der in jedem zu kontrolirenden Lokale befindlichen Zieheinrichtung.

Der lange Cylinder T — in der Zeichnung ist nur der obere Theil desselben dargestellt — dreht sich zwischen zwei Platten, einer obern P und einer untern, in der Zeichnung nicht sichtbaren, um seine Achse. Diese Achse ist unten körnerartig zugespitzt und stützt sich in eine entsprechende Vertiefung der untern Platte. Ihr anderes Ende ragt durch die obere Platte hervor, um ein Sperrrad S aufzunehmen. Der Cylinder ist durch 16 an Inhalt gleiche Behälter gebildet, welche zur Aufnahme des aus einem Röhrchen A laufenden Wassers dienen und so eingerichtet sind, daß jeder derselben das während 8 Stunden hineinfließende Wasser aufnehmen kann, die Zeit, wie lange der Wächter gewöhnlich Wache zu halten hat. Um den Stand des Wassers in den Zellen jederzeit beobachten zu können, ist in die Außenseite jeder Zelle eine schmale Glasplatte eingelassen, neben welcher auf dem Messingblech Theilstriche der Länge nach so gemacht sind, daß sie den Stand des Wassers von 5 zu 5 Minuten angeben.

Was die Bewegung des Cylinders betrifft, so wird diese durch den Wächter bewirkt. Derselbe hat nämlich um eine von dem Fabrikherrn beliebig bestimmte Zeit an einem Griff zu ziehen, welcher durch einen Draht mit einem Hebel H (Fig. 252) in Verbindung steht, der in h seinen Drehpunkt hat. Um den Gang des Hebels zu begrenzen, ist noch ein Stift o′ angebracht. Dieser Hebel ist an dem einen Ende mit einer Feder versehen, welche mit ihrem hakenförmigen Ende in das Sperrrad S eingreift. Auf demselben Schenkel dieses Hebels sitzt noch ein Anker a, der dazu dient, bei jeder Bewegung des Hebels H, wodurch das Sperrrad um einen Zahn

gedreht wird, mit seiner Zunge in die Zähne des Sperrrades einzugreifen und zu verhüten, daß zwei Zähne des Rades auf einmal fortgezogen würden, oder daß die Bewegung des Rades schwankend und unsicher sei. Außerdem befinden sich an den Schenkeln dieses Hebels Gleitstücke G, G', welche durch Scharniere mit dem Hebel H verbunden sind und den Bewegungen desselben folgen. Diese Gleitstücke sind auf ihren flachen Seiten mit Stiften r, r' besetzt, welche zur Aufnahme von kleinen Stellschrauben dienen, an denen die von den einzelnen Lokalen nach dem Apparate kommenden Drähte befestigt werden. Eine Sperrfeder F verhindert, daß das Rad S an einer rückgängigen, durch die in den Ziehvorrichtungen (Fig. 253) befindlichen Federn bewirkten Bewegung theilnehmen kann, während der Haken der Feder der zuvor erwähnten Vorwärtsbewegung des Hebels H folgt und, über den benachbarten Zahn des Rades weggleitend, sich wieder in eine Zahnlücke legt. Da nun das Sperrrad S 16 Zähne hat und auf der Achse des Cylinders festsitzt, so ist klar, daß sich letzterer auch drehen wird, und zwar jedes Mal um $\frac{1}{16}$ einer ganzen Umdrehung.

Das Einfließen des Wassers in den Cylinder findet aber an einer bestimmten Stelle statt, woraus ersichtlich ist, daß durch das jedesmalige Ziehen an dem Hebel H ein anderer der 16 Behälter unter die Ausflußöffnung tritt. Ueber dem Cylinder T befindet sich ein kleiner Behälter R, aus welchem das darin enthaltene Wasser durch eine mit einem Hahn L versehene kurze Ansatzröhre A in den Cylinder geleitet wird. Der Ausfluß des Wassers in den letzteren erfolgt unter einer stets konstant erhaltenen Druckhöhe und bei einem normalmäßigen Betrieb des Apparates in solcher Weise, daß in der Zeit, während welcher der Wächter sein Geschäft auszuüben hat, eine jede der 16 Zellen des Cylinders sich bis zu einer bestimmten Höhe mit Wasser anfüllt.

Damit nun nach Ablauf der Wachzeit das Wasser nicht weiter aus dem Reservoir R ausfließt, ist folgende Einrichtung getroffen worden: Auf dem Sperrrad S sitzt ein Stift m, welcher so angebracht ist, daß er, sobald der 15te Behälter gefüllt ist, gerade mit dem kurzen Arm des Hebels N in Berührung tritt. Dieser Hebel hat bei n seinen Drehpunkt, und sein längerer Arm steht mit dem an der Röhre A befindlichen Hahn L in Verbindung, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist. Sobald der 15te Behälter bis zum bestimmten Theilstriche gefüllt ist, zieht der Wächter wieder den Hebel H; dadurch wird ein nochmaliges Fortrücken des Rades S bewirkt, der Stift m dreht dadurch den Hebel N in der Richtung n, n′ (Fig. 252) und bewirkt so ein Schließen des Hahnes L; indem dessen Arm in die Lage L, n′ gekommen ist. Der 16te Behälter, welcher in diesem Augenblicke unter die Ausflußöffnung tritt, erhält daher kein Wasser aus später noch anzuführenden Gründen.

Beginnt der Arbeiter am folgenden Abend sein Amt wieder, so zieht er zuerst den Hebel H. Der Stift m wird wiederum um einen Zahn weiter gerückt und verläßt dadurch den Hebel N. Eine Feder F′, welche durch die Drehung des Hebels N in die Richtung n, n′ ausgezogen worden, sucht jetzt, nachdem der Stift m den Hebel N verlassen, ihre ursprüngliche Lage wieder einzunehmen und bewirkt so ein Oeffnen des Hahnes L in der Röhre A. Um die Grenze des Rückganges dieses Hahns zu sichern, ist noch ein Stift o angebracht, an welchen der Hebel sich anlegt.

Was die Ziehvorrichtung betrifft, so besteht diese aus einem Kästchen (Fig. 253), in welchem sich ein Schieber I befindet, der einestheils der Bewegung des Hebels H, anderntheils dem Einfluß einer Spiralfeder B unterworfen ist. Der Kopf dieses Schiebers ist gabelförmig gestaltet, um in seinem Innern den von den Gleitstücken und mithin auch vom Hebel H nach dem

Schieber führenden Draht aufzunehmen. Die Spiralfeder ist so angebracht, daß sie stets einen nach Innen gerichteten Zug auf den Schieber ausübt. Erfolgt aber ein stärkerer Zug von der entgegengesetzten Seite, so wird der Schieber aus der Oeffnung heraustreten. Dieser stärkere Zug wird vom Wächter ausgeführt, sobald er den Hebel H zieht, indem der Zug durch den Draht sich auf den Schieber fortpflanzt, es erfolgt alsdann ein Vorwärtsschieben des letztern, falls zuvor die dasselbe verhindernde Zuhaltung ausgehoben worden ist. Es liegt nämlich in einer Vertiefung des Schiebers des Zapfens z dieser Zuhaltung, und es ist ersichtlich, daß, so lange dieser Zapfen nicht ausgehoben ist, kein Fortschreiten des Schiebers erfolgen kann. Um nun den Zapfen und mithin auch die Zuhaltung auszuheben, hat der Arbeiter einen Schlüssel, der für sämmtliche Lokale derselbe ist. Durch Umdrehen dieses Schlüssels hebt er die Zuhaltung aus, und ein an dieser befindlicher Haken wird in der höchsten Stellung von einer Sperrfeder w festgehalten. Durch die Bewegung der Zuhaltung greift ein an derselben oben befindlicher Haken v in Rad V und schiebt dieses um einen Zahn weiter.

Die Benutzung des Apparates geschieht nun in folgender Weise: Nachdem der Wächter beim Antritt der Wache in jedem Lokale die betreffende Zuhaltung ausgehoben hat und demnächst zu dem Apparat zurückgekehrt ist, öffnet er mittels des an dem letzteren befindlichen Zughebels den Hahn L und bewirkt, bei der zwischen ihm und den sämmtlichen Schiebern der Ziehvorrichtungen bestehenden festen Verbindung, zugleich ein Hervortreten derselben aus ihren sie umschließenden Kästchen. Da durch das Ziehen des Wächters an dem Zughebel nur ein momentaner Einfluß auf die Schieber ausgeübt wird, dahingegen die mit ihnen verbundenen Spiralfedern kontinuirlich in einer dem Zuge entgegengesetzten Richtung wirken, so wird nach geschehenem Zuge sofort ein Zurücktreten der Schieber in ihre Ruhe-

agen und demnächst auch ein Wiedereingriff der bezüglichen Zuhaltungen erfolgen; indem nämlich die Sperrfeder w von dem Schieber bei seinem Heraustreten mitgenommen wird, läßt sie den bisher von ihr aufgefangenen Zuhalter niederfallen.

Diese Operation hat demgemäß der Wächter während seiner Wachzeit von 8 Stunden, auf welche der Apparat eingerichtet ist, am Anfang jeder einzelnen halben Stunde, also im Ganzen noch 15 Mal zu wiederholen. Mit dem 16ten Zuge tritt der 16te Behälter unter die Ausflußöffnung, und es sperrt alsdann der auf dem Sperrrade S befindliche Stift m den ferneren Zutritt des Wassers. Der 16te Behälter bleibt also leer, und diese Einrichtung ist zur Ersparung eines 17ten Behälters getroffen worden.

Leistet der Wächter der ihm auferlegten Verpflichtung Genüge, so wird nach Ablauf der Wachzeit das Wasser in allen 16 Behältern gleich hoch stehen; findet sich diese Erscheinung nicht vor, so ist dadurch dargethan, daß der Wächter seinen Obliegenheiten nicht gehörig nachgekommen ist, und der Wasserstand in den Behältern zeigt an, wann und wie lange dieß geschah. Zieht der Besitzer es vor, zu beliebig gewählten Zeiten revidiren zu lassen, so wird der Apparat eben so genau angeben, ob dieß geschah, als im vorigen Fall.

Das Ausleeren der sämmtlichen Behälter geschieht gleichzeitig durch eine im Innern des Cylinders befindliche Vorrichtung, indem man denselben um die Achse dreht. Die in einer Nacht verbrauchte Wassermenge ist = 278 Kubikzoll, annähernd $\frac{1}{6}$ Kubikfuß, welche mehrmals benutzt werden können.

Es könnte dem Apparat zum Vorwurf gemacht werden, daß Wärme sowohl wie Kälte auf den regelmäßigen Gang desselben Einfluß haben würden. Was die Kälte betrifft, so befinden sich in jedem Etablissement Räumlichkeiten genug, die auch des Nachts der kalten Jahreszeit Trotz bieten und stets eine mittlere Temperatur haben, so daß die Ausdehnung des Wassers und

des Messings der Skala innerhalb der vorkommenden Temperaturdifferenzen für den vorliegenden Zweck durchaus ohne einen in Betracht kommenden Einfluß sein werden. Dasselbe gilt ohne Zweifel von der nach Hagen vorhandenen Abhängigkeit der Ausflußgeschwindigkeit des Wassers von seiner Temperatur.

Derartige Apparate liefert die Werkstatt für Gasanlagen und Gasmesserfabrik von Herrn S. Elster, neue Königsstr. 67, Berlin.

(Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1858, Heft 7 und 8, S. 183.)

Vierzehntes Kapitel.

Von den Taschenuhren.

Taschenuhren nach Bréguet's System.

Die Uhren, welche nach dem Systeme des ausgezeichneten Pariser Uhrmachers Bréguet gefertigt sind, unterscheiden sich wesentlich von den Konstruktionen Anderer und zwar zunächst durch das Kaliber, dann dadurch, daß Bréguet nur die große Platte ohne Pfeiler anwendet und die kleine Platte durch Stege ersetzt. Sein Werk ist ohne Schnecke und seine Hemmung gewöhnlich eine Cylinderhemmung von seiner Erfindung.

Die Uhren, welche man gewöhnlich à la demi-Bréguet nennt, sind nach demselben Kaliber konstruirt und unterscheiden sich nur durch die Form des Steges, welcher die Trommel trägt. Wir werden eine Taschenuhr à la demi-Bréguet und dann auch den erwähnten Steg beschreiben.

Fig. 254 zeigt das Kaliber von natürlicher Größe. Man sieht in A die Trommel, welche 80 Zähne hat; in B das große Mittelrad von 60 Zähnen; sein Getriebe hat 10 Triebstöcke; das kleine Mittelrad C von 60 Zähnen, sein Getriebe hat 8 Triebstöcke; das Kron-

rad D von ebenfalls 60 Zähnen, während sein Getriebe ebenfalls 8 Triebstöcke hat; das Cylinderrad E von 15 Zähnen, sein Getriebe hat 6 Triebstöcke. In F sieht man die Größe des Balanciers. Es ist leicht, sich zu überzeugen, daß diese Uhr 18 tausend Schwingungen in der Stunde macht.

Fig. 255 zeigt dieses System in einem größern Maßstabe, als das Kaliber Fig. 254, um alle Theile der Uhr deutlicher unterscheidbar zu machen. Die Bewegung wird hier auf der Seite derjenigen Platte gesehen, welche dem Zifferblatte gegenüber liegt, denn dieses System von Uhren hat, wie schon bemerkt, nur eine Platte. Die Platte A hat um ihren ganzen Umfang herum eine kleine Unterlage, mit welcher sie auf dem Gehäuse aufliegt und mit der sie durch mehrere Schrauben verbunden ist.

Die Trommel B, von der man nur einen Theil sieht, da das übrige von dem Stege CC verdeckt ist, hat an ihrem Umfange 80 Zähne. Der Steg CC ist auf der Platte A durch zwei starke Schrauben a, a und zwei Füße befestigt. Man bemerkt auf diesem Stege ein Sperrrad b von Stahl, einen Sperrkegel c, auf einer Unterlagsschraube beweglich und durch die Feder d, welche, auf dem Stege durch eine Schraube und einen Fuß befestigt, beständig gegen die Zähne des Sperrrades getrieben wird; Schraube und Fuß sind von Stahl, wie das Sperrrad. Die drei Schrauben, welche man auf dem Sperrrade, um dessen Centrum herum, erblickt, sind nicht in Muttern des Steges eingeschraubt, wie man nach der Ansicht der Abbildung glauben sollte; sie sind vielmehr, wie wir später finden werden, in die große Unterlage der Welle eingeschraubt denn sonst könnte sich dieselbe nicht drehen; sie dienen dazu, dieselben mit einem Federkegel zu vereinigen, welcher zum Aufziehen der großen Feder dient und dieselbe durch das Gesperre zurückhält, damit sie nicht zurücklaufen kann.

In der Einrichtung der Stücke, welche den Federkegel, das Gesperre und die Form des Steges CC bilden, unterscheiden sich die Taschenuhren à la Bréguet von denen à la demi-Bréguet, mit denen wir uns gegenwärtig beschäftigen. Wir werden auf diese abweichenden Stücke zurückkommen und sie näher miteinander vergleichen.

Das große Mittelrad D steht am höchsten von allen, denn es geht über die Trommel hinweg und selbst über den Balancier, wie die Figur zeigt; es wird von dem Steg E getragen, welcher an der Platte, wie alle übrigen, durch eine starke Schraube und drei Füße befestigt ist.

Das kleine Mittelrad F, vom Stege G getragen, ist unter dem großen Mittelrade D und über dem Balancier angebracht. Das Kronrad H, welches auf dieser Seite von dem Stege I getragen wird, geht durch die Platte in einer Oeffnung, welche man in Fig. 258 bei M sieht, und sitzt in einer Höhlung, welche in dem Zapfenblech N angebracht ist, welches auf dieser Fläche der Platte durch zwei gute Schrauben und zwei Füße befestigt ist.

Das Cylinderrad, welches in der Figur durch den Steg K verdeckt wird, der dasselbe trägt, und durch den Balancier, dreht sich mit einem seiner Zapfen in dem Steg K, mit dem andern in dem Zapfenblech N, welches sich auf der andern Fläche der Platte befindet und zu gleicher Zeit dient, die untern Zapfen der beiden Räder F und H aufzunehmen.

Der Hahn oder die Unruhscheibe L empfängt den oberen Zapfen des Balanciers, und in dieser Scheibe dreht sich der obere oder vordere Zapfen; der untere Zapfen dreht sich in einem andern Stege, welcher auf der andern Seite der Platte liegt und der Wagen genannt wird.

Der Steg L, dessen wir eben Erwähnung thaten, trägt ein kleines Ohr r, welches von unten in einem kleinen darin zu bemerkenden Loche den Zapfen der Angel

der Spirale aufnimmt. Man bemerkt in m eine Art Zeiger, nämlich den Schwanz des Racketts, welches man mit dem Schlüssel rechts oder links schiebt, um die Uhr zu schnellerem oder langsamerem Gange zu veranlassen. Man konstruirt dieses Stück, indem man durch ein dünnes Stahlplättchen, welches lang genug ist, um von dem Ende des Zeigers m bis zu dem andern diametral entgegengesetzten Ende o zu reichen, in der Mitte der Partie n ein Loch bohrt, es auf einen Drehstift stellt und auf der Drehbank die beiden Züge reißt, welche von der Figur dargestellt werden. Man kann sogar die mittlere Partie auf der Drehbank hinwegnehmen, indem man dafür sorgt, daß das Loch ein wenig konisch sei, d. h. enger an der Fläche, welche bestimmt ist, sich auf den Hahn L zu stützen, und weiter an dem äußern Theile. Den Rest feilt man nach der auf der Figur angegebenen Gestalt. Man richtet auf der Drehbank ein kleines Stück Stahl n ebenfalls konisch zu, aber in umgekehrter Weise, wie das Loch des Racketts. Dieses Stück wird auf dem Hahn in der Mitte des Racketts mit zwei Schrauben befestigt, so daß sich alsdann das Rackett leicht und mit geringer Reibung um das Stück n drehen kann.

Das Ohr o, welches man am Ende des Racketts erhalten hat, trägt unten zwei kleine Wirbel, welche ein Millimeter von einander entfernt sind. Zwischen diesen beiden Wirbeln geht der erste Umlauf der Spirale hindurch, deren Elasticität ziemlich von diesem Punkte an beginnt.

Die Hemmung ist gewöhnlich die Cylinderhemmung, doch kann man auch jede andere ruhende Hemmung anwenden. In gut ausgeführten Uhren drehen sich wenigstens die 4 Zapfen der beiden zur Hemmung gehörigen Stücke in Löchern, welche in Rubinen ausgearbeitet sind, die man auf der Platte oder auf den Stegen anbringt.

Fig. 256 zeigt die zweite Fläche der Platte an der Seite des Zifferblattes während Fig. 255 die andere

Fläche von der Seite der Räder zeigt. Man sieht in P eine Oeffnung, in welcher der Cylinder, der die eigentliche sogenannte Trommel bildet, sich ohne Reibung an den Wänden der Oeffnung P drehen kann, wodurch man eine möglichst breite, bewegende Feder erhält, weil die Trommel sich fast bis an das Zifferblatt erstrecken kann. Man sieht in Fig. 256 auch ein Zapfenblech N, Brücke genannt, welches mit zwei Schrauben an der Platte befestigt ist. Dieses Zapfenblech empfängt in a den Zapfen des kleinen Mittelrades, in b den des Kronrades, in c den des Hemmungsrades. Dieses Zapfenblech ist von unten verdünnt, so daß das Messing nur die nöthige Dicke rücksichtlich der Länge der Zapfen behält.

Man erblickt in derselben Figur 258 ein zweites Zapfenblech O, den sogenannten Wagen. Dieses Zapfenblech trägt gegen die Mitte seiner Länge einen vorspringenden Theil R von der Dicke der Platte. Dieser Theil R tritt in einen Einschnitt von derselben Form, welcher in der Platte angebracht ist und bis an die andere Fläche derselben dringt; die Einpassung ist nicht so genau, daß jener Theil nicht eine kleine Bewegung von 3 oder höchstens 4 Graden zur rechten oder linken machen könnte, und es wird sich sogleich der Nutzen dieser Konstruktion deutlicher ergeben. Man befestigt zunächst den Wagen durch die Schraube s.

Der Hahn L, Fig. 255, ist durch die Schraube t nicht auf der Platte befestigt, wohl aber durch eben diese Schraube und durch drei Füße, welche man angegeben findet, auf der Partie R des Wagens O, Fig. 256, befestigt. Man sieht in d auf demselben Wagen den Platz des Cylinders. Nun wird man leicht begreifen, daß, wenn die beiden Stücke genau passend und unter sich unveränderlich befestigt sind, wenn dazu der Wagen O auf der Platte durch die Schraube s befestigt ist, der Punkt d, wo sich der untere Zapfen des Balanciers befindet, einen kleinen Kreisbogen um den Punkt s beschreiben kann, und daß durch dieses Mittel

der Cylinder sich von dem Centrum c des Rades entfernen oder demselben nähern kann, so daß man dadurch nach Belieben die Hemmung berichtigen könnte, wenn man bemerkte, daß man irgend einen Irrthum begangen hätte, während man die beiden Theile, aus denen dieselbe besteht, an ihre Orte brachte.

Um diesen Nachtheil zu vermeiden, versenkt man in die Platte eine Schraube T mit breitem Kopfe; diese Schraube hat einen Einschnitt v, in welchen ein Stahlstift, der an dem Schwanze des Wagens befestigt ist, eingreift, so daß, wenn man mit einem Schraubenzieher den Kopf der Schraube auch nur um ein Unmerkliches rechts oder links dreht, man zugleich dem Cylinder eine Bewegung mittheilt, die ihm hinlänglich dem Rade nähert, oder von demselben entfernt; wenn die Hemmung befestigt ist, so macht man ein Zeichen an der Platte und schraubt die Schraube t des Hahnes an; damit ist die Hemmung unwiderruflich befestigt.

Am meisten ist in diesem Augenblick die Konstruktion des Federkegels zu berücksichtigen, welche nach dem Systeme von Bréguet anders ist, als nach dem System à la demi-Bréguet. Der Erfinder dieser letzten Konstruktion ist unbekannt; es scheint, daß derjenige, welcher die erste Idee derselben hatte, sie nur deshalb faßte und ausführte, weil er die Konstruktion des sinnreichen Bréguet in der Ausführung zu schwierig fand. Dieses leichtere System scheint in allen Pariser Fabriken angenommen zu sein, auch scheint man nur in den eigentlichen Taschenuhren à la Bréguet die von diesem geschickten Uhrmacher erfundene Konstruktion beibehalten zu haben. Wir werden zuerst das System à la demi-Bréguet beschreiben, worauf man das andere leichter begreifen wird.

Fig. 257 wird uns einen Begriff von der Herstellung des Federkegels in den Uhren à la demi-Bréguet geben. Der ganze Schaft von einem Ende bis zum andern, von a bis b, die kreisförmige Platte d mit einbegriffen, ist aus einem Stücke. Die Trommel ist mit ihrem

Deckel in der Höhe c begriffen, gegen deren Mitte man ein Loch n erblickt, welches von der einen Seite bis zur andern geht. Auf diesen cylindrischen Theil c fügt man einen Cylinder m, dessen Durchmesser gleich dem dritten Theile des innern Durchmessers der Trommel ist; auf diesem Theile bewegt sich die Triebfeder. Da aber diese beiden Theile fest und unveränderlich miteinander verbunden sein müssen, so bohrt man die beiden Löcher zu gleicher Zeit, nachdem man die beiden Theile dicht aufeinander gesetzt hat. Man befestigt sie aneinander durch einen guten Stahlstift, den man auf der einen Seite überstehen läßt, um einen Haken daran anzubringen, welcher fähig ist, die Feder vollkommen zu halten. Da sich die Trommel auf der Platte d reiben muß und diese Reibung eine beträchtliche sein würde, wenn man sie auf dem ganzen Durchmesser des Theiles bestehen ließe, so dreht man dieselbe zu einer geneigten Fläche ab, so daß die Trommel sich auf eine für ihre Dauerhaftigkeit genügende Grundlage stützt, die aber dabei klein genug ist, damit eine möglichst geringe Reibung stattfinde.

Man bringt auf dem Federkegel a b, Fig. 257, ein rundes Scheibchen f an, welches die Stärke des Steges C C, Fig. 255, hat, und befestigt es dann über dem Sperrrade g, welches durch drei Schrauben mit diesem Scheibchen verbunden ist, wie man in b, Figur 255, sieht.

Die Fig. 258 bis 263 zeigen die Einzelnheiten des Steges à la Bréguet und die Einrichtung seines Federkegels.

Fig. 258 zeigt den Steg von oben gesehen, völlig aufgezogen und mit seiner Gesperrfeder.

Fig. 259 zeigt denselben Steg von unten, aber ohne die Feder, welche man allein zur Seite sieht, in Fig. 260.

Fig. 261 zeigt den Federkegel im Profil und zur Seite, bei q das von vorn gesehene Sperrrad.

Fig. 262 zeigt in einem vierfach vergrößerten Maßstabe die Einrichtung des stählernen Theiles, welcher die

Stärke des Federkegels nach den erforderlichen Verhältnissen vermehrt und den Haken trägt, um die Feder zu halten. Alle andern Figuren sind in doppelt vergrößertem Maßstabe dargestellt, wenn man ein Kaliber von gewöhnlicher Größe annimmt. Dieselben Buchstaben bezeichnen auf allen Figuren dieselben Gegenstände.

Der Steg, Fig. 258, ist nicht aus einem einzigen Stücke; er besteht aus dem eigentlich sogenannten Stege, dessen Stärke in dem oberen Theile b, b, Figur 263, man als in drei gleiche Theile getheilt betrachten kann, von denen der eine, m, ein einziges Stück mit dem Stege ausmacht, der zweite, b b, die Hülse a trägt, welche mit dem Stege durch zwei Schrauben b b, Fig. 259, verbunden ist, der dritte in den massiven Theil des Steges ausgehöhlt ist, und dazu dient, dem Sperrrade eine Stelle zu geben. Die Hülse a, von der wir sprachen, dient das Ende des Schlüssels zu empfangen, wenn man die Uhr aufziehen will, um die andern Theile gegen jeden durch Ungeschicklichkeit veranlaßten Unfall zu sichern.

Die Gesperrfeder d c ist von f bis c um die Hälfte ihrer Stärke verdünnt, so daß sie nur noch die hinreichende Kraft behält. In g ist ein Fenster oder eine verlängerte Oeffnung, welche die Zähne des Sperrrades durchgehen läßt. Die obere Partie c ist in geneigter Fläche abgefeilt, um sich zwischen die Zähne des Sperrrades zu legen und sie am Zurückgehen zu verhindern. Diese Feder ist auf der Stärke des Steges durch eine Schraube und zwei Füße befestigt, wie Figur 260 zeigt.

Der Federkegel, Fig. 261, ist von Stahl und aus einem einzigen Stücke, ebenso das Sperrrad s, welches man in q von vorn sieht. Der Theil o n ist vierseitig abgefeilt, alles Uebrige ist rund, mit Ausnahme der beiden Wellen p und r, welche man zum Aufziehen viereckig macht. Auf den beiden entgegengesetzten Winkeln derselben Diagonale macht man zwei kleine Einschnitte

o, n und stellt auf diesen Theil einen stählernen Cylinder, dessen Durchmesser gleich ist dem dritten Theile des innern Durchmessers der Trommel. Fig. 262, welche in doppelter Größe im Vergleich zu den andern Figuren ausgeführt ist, wird diese Einrichtung begreiflich machen. Auf die Verlängerung der Diagonale des Vierecks r, welches sich im Centrum befindet, bohrt man ein Loch von jeder Seite und in gleicher Entfernung von beiden Winkeln. Nachdem man die beiden Löcher in Schraubenmuttern umgewandelt hat, fügt man zwei kleine Schrauben mit flachem, eingesenktem Kopfe hinzu; man macht in jede derselben einen rechtwinkligen Abschnitt, hinreichend, um das Viereck hindurch zu lassen. Wenn dieses Stück an seinem Platze ist, dreht man jede Schraube um eine Viertelsdrehung; der volle Theil der Schrauben kommt dann in die Einschnitte o, n, die Schrauben dienen als Schlüssel und die Zusammenfügung ist durchaus solid. Das durch Fig. 262 dargestellte Stück trägt den Haken, welcher die bewegende Feder im Centrum bewegt.

Bei diesen beiden Systemen nimmt man eine eigenthümliche Konstruktion für den Zapfen des Minutenzeigers an. Anstatt das Getriebe zu durchbohren, welches nach dem alten Systeme mit Reibung auf die verlängerte Welle des großen Mittelrades kommt, findet hier ganz das Gegentheil statt. Das Getriebe des großen Mittelrades ist in seiner Achse von einem Ende zum andern durchbohrt. Man ersetzt den Zapfen des Minutenzeigers durch ein volles Getriebe, dessen unterer Zapfen in das in jenes Getriebe angebrachte Loch mit sanfter, aber hinreichend starker Reibung eingreift, um fortgetrieben zu werden, wie der Zapfen des Minutenzeigers es wurde, und die Welle trägt den Zapfen des großen Mittelrades. Auf diese Weise kann die obere Welle des Getriebes, welche den Zapfen des Minutenzeigers ersetzt, weit kleiner gehalten werden, und die Hülsen sowohl des Stundenrades, wie des Sekun-

denrades, welche sich darüber drehen müssen, erleiden weniger Reibung.

Wir glauben, hinreichend und auf verständliche Weise die beiden Systeme beschrieben zu haben, so daß jeder verständige Uhrmacher uns zu begreifen im Stande sein wird.

Die Genfer und Schweizer Uhrmacher haben so ziemlich diese Systeme angenommen; als aber die Käufer sahen, daß man auf diese Weise flachere Uhren erhalten könne, so mißbrauchten sie diese Möglichkeit und verlangten so flache Uhren, daß die Fabrikanten, welche den Käufern willfahren wollten, in die Unmöglichkeit versetzt wurden, Federn von gleicher Breite, wie in dem Systeme von Bréguet, anzubringen; sie haben nur noch wenig Wellen an den Achsen ihrer Räder; das Oel erreicht schnell die Getriebe, und die Uhren leisten nur noch schlechte Dienste. Nicht selten findet man dergleichen Uhren so flach, daß die Räder den nöthigen Spielraum nicht mehr zwischen einander haben, daß sie sich aneinander reiben und also unmöglich regelmäßig gehen können. Wir sprechen uns nicht vollkommen gegen die flachen Uhren aus; allein es giebt eine Grenze, über welche hinaus ein guter Künstler nicht gehen darf.

Ueber die flachen Uhren vom Uhrmacher Rédier, nach einem Berichte des Baron Séguier*).

Die außerordentliche Flachheit, welche bei den neuern Taschenuhren verlangt wird, war der Grund, warum man von der frühern Konstruktion derselben abgehen mußte; die Uhrmacher mußten auf Mittel sinnen, um

*) Bulletin de la Société d'encouragement. Déc. 1845, pag. 574.

die Triebfedern wenigstens so breit machen zu können, als es die Dicke der Uhr gestattet.

Unter den verschiedenen Lösungen dieses Problems scheint diejenige von Rédier eine der besten zu sein. Um die Vortheile seiner neuen Anordnung gehörig schätzen zu können, wird es das beste sein, einen Vergleich zwischen dem neuen Federhause und Gesperre von Rédier (Uhrmacher in Paris, place du Châtelet No. 2) und den früher gebräuchlichen anzustellen.

Die gewöhnlichen Federhäuser mit dem Gesperre bestehen aus dem eigentlichen Gehäuse und einem gezahnten Rande, aus einer stählernen Achse mit dem Sperrrade und aus einem Stege, in welchen das Sperrrad auf der stählernen Achse eingelassen ist. Während die Uhr im Gange ist, bleibt die Achse stehen. Das Federhaus dreht sich dabei um die Achse, und zwar liegt dasselbe blos mit seinen zwei dünnen Böden an der Achse an. Die Achse selbst hat eine unsichere Lage, und diese wird durch die Biegsamkeit des Steges, in welchen ihr eines Ende liegt, und der oft nur durch eine einzige Schraube auf die Bodenplatte befestigt ist, noch vermehrt. Der gezahnte Rand an dem Federhause, welcher das erste Triebrad bildet, ist, wie gesagt, nur durch die dünnen Böden des Federhauses mit der Achse in Berührung. Die Feder selbst kann nur sehr niedrig oder schmal sein, weil die beiden Böden Platz wegnehmen, und außerdem über dem Federhause und unter dem Zifferblatte noch das Sperrrad mit dem Stege und der Schlüsselstift angebracht sein muß, abgesehen von den Stellsternen auf der entgegengesetzten Seite.

Die Erfindung von Rédier bezieht sich vorzüglich auf eine Abänderung dieser Anordnungen. Sein Federhaus bleibt, während die Uhr im Gange ist, stehen, und auf der Mitte seiner Höhe ist das Sperrrad, welches einen vorspringenden Rand bildet, angebracht. Dieser ist in die Bodenplatte der Uhr eingelassen, und die Reibung des Federhauses in der Bodenplatte läßt sich durch

einen Stellring mit vier Schrauben ganz gleichmäßig und sanft machen. Die Federhausachse ist fest mit dem Boden des Federhauses verbunden. Das erste Triebrad dreht sich um diese Achse und dient zugleich als oberer Boden für das Federhaus, während die Triebfeder an seine Nabe angehängt ist. Die Feder kann nun wirklich so breit gemacht werden, als die Uhr zwischen dem Gehäuse und dem Zifferblatte dick ist, nur geht von dieser Breite die Bodendicke des Federhauses und die Dicke des ersten Rades ab.

Die Vortheile der Anordnung von Rédier sind demnach:

1) Eine größere Federbreite, was eine Hauptsache ist; denn nur, wenn die Feder Kraft genug hat, um eine schwere Unruhe in großen Schwingungen zu bewegen und dabei die Zähigkeit des Oels zu überwältigen, kann eine Uhr gut regulirt werden;

2) Stabilität des Federhauses, weil dasselbe mit seinem Umfange in einer Höhlung der Bodenplatte anliegt, statt auf seiner lockern Achse zu stecken, deren Ende durch einen mehr oder weniger biegsamen Bügel nicht stabil genug gehalten wird;

3) gute Erhaltung der Büchse in dem ersten Rade, weil sie eine große Oberfläche hat, indem das Rad mit einer langen Nabe versehen ist, an der die Feder eingehängt ist;

4) Länge des Schlüsselstiftes zum Aufziehen, den man so lang machen kann, als die halbe Uhr dick ist, weil er, anstatt eine Verlängerung der Federhausachse zu sein, eine besondere Achse bildet, die ein Sperrrad trägt, das in die Bodenplatte eingelassen und mit dem Sperrrade auf dem Federhause im Eingriff ist;

5) endlich Festigkeit der Schraube, welche dem Stellsterne als Achse dient, da sie in die Nabe des ersten Rades eindringt, statt blos durch einen dünnen Boden des Federhauses zu gehen.

Die praktische Ausführung, welcher Herr Rédier vollkommen gewachsen ist, wird zeigen, inwiefern sich

seine Neuerungen bewähren, und es ist zu wünschen, daß man seine Abänderungen allgemein annehmen könne.

Beschreibung der Abbildungen.

Fig. 264 stellt die Bodenplatte der Uhr und das Federhaus im Grundrisse dar, und zwar von der Zifferblattseite aus gesehen.

Fig. 265, Grundriß der Bodenplatte, des Federhauses und des mittleren oder großen Bodenrades, von der Seite der Unruhe aus gesehen.

Fig. 266, vertikaler Durchschnitt nach der Linie A B, Fig. 265.

Fig. 267, Durchschnitt nach der Linie C D, und Detail des Federhauses.

Fig. 268, Durchschnitt der Bodenplatte ohne Federhaus und Gesperr.

Fig. 269, Durchschnitt des Federhauses und Gesperres allein.

Fig. 270, dasselbe im Grundrisse.

Fig. 271, das Federhaus, von unten und oben gesehen.

Fig. 272, vertikaler Durchschnitt desselben und seines Mittels oder seiner Nabe.

Die Zeichnung ist in doppelt so großem Durchmesser ausgeführt, als gewöhnlich die Uhr, um die einzelnen Theile deutlicher daraus ersehen zu können. Die Dicke der Gegenstände ist in den Abbildungen dreimal so groß, als die Dicke der ausgeführten Gegenstände.

a, b Bodenplatte der Uhr, welche bei c d ganz durchgedreht ist.

e, f ist eine andere cylindrische Höhlung, deren Tiefe die halbe Dicke der ganzen Platte beträgt. g kleines Sperrrad, das in diese Höhlung eingelegt ist, und dessen Zapfen sich einerseits in dem Loche h der Bodenplatte, andererseits in dem Stege i dreht.

j, k Durchschnitt eines stählernen Federhauses, dessen Zähne l, ungefähr auf die Mitte seiner Höhe, Sperr-

zähne sind, die in das Sperrad g eingreifen. Das Federhaus wird in der Bodenplatte durch einen flachen Ring mit 4 Schrauben an seiner Stelle erhalten und so gestellt, daß es mit dem Sperrrade g im Eingriffe ist und sich, ohne Spielraum zu haben, sanft drehen läßt. n Federhaken in dem Federhause.

o Achse des Federhauses, welche mit 3 oder 4 Schräubchen auf dem Boden desselben eingeschraubt ist.

p Rad auf dem Federhause, dessen Zähne q, r, Fig. 265, mit dem mittleren oder großen Bodenrade, das wie gewöhnlich angebracht ist, im Eingriff sind. Das Federhaus ist mit der Oeffnung s auf die Achse o aufgesteckt. t Federhaken, in welchen das innere Ende der Triebfeder eingehängt wird. u Loch mit einem Gewinde, in welches das sternförmige Stellrad eingeschraubt wird. v, x gewöhnliche Stellsterne. y Stift, der durch die Achse des Federhauses geht, um den Stellstift zu befestigen. z viereckiger Schlüsselstift. a′, Fig. 164, Sperrfeder mit einem Haken, der in die Sperrzähne des Federhauses einfällt.

Die Uhr wird an dem Schlüsselstifte z nach links aufgezogen. Das kleine Sperrad g, welches mit dem Schlüsselstifte z fest verbunden ist, greift in das Sperrrad I des Federhauses und wickelt die Feder um die Nabe b′ des Rades p, an welche sie mit dem Haken t eingehängt ist. Während dieses Aufwickelns um die Nabe b′ wirkt die Elasticität der Feder auf das Rad p und dreht dasselbe auch während des Aufziehens der Uhr fort. Die Zähne q, r, welche mit dem großen Bodenradgetriebe im Eingriff sind, setzen das Räderwerk der Uhr in Bewegung.

Die Stellsterne wirken gerade wie bei den gewöhnlichen Federhäusern.

Ueber Zeithaltung und Regulirung der sogenannten Taschen-Chronometer mit Baskule- oder Feder-Hemmung im Allgemeinen. Von Johann Bertschwinger in La Chaux-de-Fonds.

Anhaltende Beobachtungen über die Zeithaltung mehrerer derartiger Uhren, theils beisammen in gleicher Lage, theils verschiedenen Veränderungen ihrer Lage ausgesetzt, führen zu der Ueberzeugung, daß diejenigen, die in der Tasche getragen werden oder überhaupt der Bewegung ausgesetzt sind, alle zu langsam gehen, wogegen diejenigen, welche an festen Orten aufgehängt oder niedergelegt werden, ihren Gang gleichmäßig einhalten. Diese Erscheinung erklärt sich durch die äußeren Bewegungen, welche den in der Tasche getragenen oder sonst an einem nicht fixirten Orte befindlichen Uhren widerfahren. Daß die äußeren Bewegungen, auf Regelmäßigkeit des Ganges eines Chronometers störend wirken, ist bekannt, daß diese Bewegungen aber nur hemmend und niemals fördernd auf den Gang einwirken, ist bis jetzt weniger angedeutet worden. Es ließe sich zwar einwenden, daß auf eine in der Tasche getragene Uhr, welche den rührigen Bewegungen der Menschen ausgesetzt ist, durchschnittlich eben so viele den Gang der Uhr beschleunigende als denselben hemmende Bewegungen einwirken müssen. Was aber auf den Gang der Uhr stets nur verzögernd einwirken kann, das ist die Veränderung der Schwingungsebene der bewegten Theile. Mit dieser ist immer ein Widerstand verknüpft, welcher, wenn auch im einzelnen Falle noch so klein, sich doch durch öftere Wiederholung zu einer merklichen Größe summirt.

Die sogenannten Taschen-Chronometer können demnach keine unfehlbaren Zeitmesser sein, so wie manche Besitzer derselben, und selbst noch viele Uhrmacher glauben; aber durch regelmäßige Behandlung und regel-

mäßigen Gebrauch können sie doch als die zuverlässigsten Uhren bezeichnet werden.

Das einzige Mittel, wodurch die Zuverlässigkeit dieser Instrumente erzielt werden kann, ist: jedes je nach dem Gebrauch, zu dem es bestimmt ist, zu reguliren, d. h. es muß, so zu sagen, die Uhr dem Eigenthümer in der Tasche regulirt werden, da die Körperbewegungen der Menschen, somit auch deren Einflüsse auf den Gang der Uhr sehr verschieden sind. Der Besitzer muß (wenn er sich selbst nicht darauf versteht) durch seinen Uhrmacher während einigen Tagen an dem Spiralzeiger oder in Ermangelung dessen an den beiden Regulirschrauben auf der Unruhe nachrücken lassen, bis endlich seine Uhr nach dem Gang eines guten Regulators einen zeitausgleichenden Gang angenommen hat, d. h. einen Tag kann die Uhr eine Sekunde vor-, den andern wieder eben so viel nachgehen oder umgekehrt, je nach erlittenen äußeren Bewegungen.

Der Uhrmacher, der eine solche Uhr auswärts zu schicken hat, regulirt sie so, daß sie hängend täglich 2 bis 3 Sekunden vorgeht, oder je unter Berücksichtigung des Gebrauchs, welchen der Eigenthümer davon macht; je mehr sie äußeren Bewegungen ausgesetzt sein wird, desto mehr muß deren Einfluß vorgebeugt werden. Dieses Mittel wird Besitzer wie Verkäufer befriedigen.

Wenn die Uhr an einem Nagel angehängt wird, muß sie rückwärts oder seitwärts an einem festen Körper anliegen, damit das schwingende Gewicht ihrer Unruhe sie selbst nicht in Bewegung setzt. Eine an einem Aufhängepunkte schaukelnde Uhr giebt den treffendsten Beweis der hier beschriebenen Wirkung des Trägheitsvermögens. (Gewerbeblatt aus Württemberg, 1858, Nr. 16.)

Ball's verbesserte Taschenuhr.

Diese Verbesserung bezweckt die Anwendung flacherer Uhrgläser durch Verkürzung der Zeigerspindel. Fig. 272* stellt im Grundrisse und Fig. 273* im Vertikal-Durch-

schnitte so viel von einer Uhr dar, als zur Verdeutlichung des neuen Mechanismus nöthig ist. A ist die Pfeilerplatte, B ein kleines Getriebe von 12 Zähnen. Die Spindel C, auf welcher es steckt, ragt über die Platte D hervor und läuft in ein vierseitig prismatisches Ende a aus, um sie mit Hülfe eines gewöhnlichen Uhrschlüssels leicht drehen zu können. Das Getriebe B greift in das Minutenrad E und dieses wieder in das auf der Spindel b befestigte Kanonengetriebe F, auf dessen oberem Ende der Minutenzeiger G sitzt. Ein anderes Getriebe H, welches mit dem Rade E ein Ganzes ausmacht und sich um dieselbe Achse dreht wie dieses, steht mit dem Stundenrade K im Eingriff, dessen hohle Achse sich frei um die Spindel b dreht und den Stundenzeiger L trägt. Mit Hülfe des hinzugefügten Getriebes B kann man die Zeiger ebenso von der Rückseite der Uhr aus drehen wie beim Aufziehen derselben, ohne daß man den Glasdeckel aufzumachen braucht. Da demzufolge die Spindel b beträchtlich kürzer werden kann, so läßt sich ein viel flacheres Glas anwenden und die Dicke der Uhr wesentlich vermindern.

Taschenuhr, welche vierzehn Tage geht, von Herrn Gontard zu Paris.

Diese Taschenuhr, welche in Fig. 272 — 276 dargestellt ist, unterscheidet sich von den gewöhnlichen hauptsächlich durch die Anordnung ihres Federhauses.

B stellt ein gewöhnliches Gehäuse vor; es ist an seinem äußern Umkreise mit einem kleinen Rande versehen und im Innern so hoch, wie die ganze Uhr. Eine zweite Vertiefung T, Fig. 275, folgt auf die erstere; ihr Radius, welcher kürzer ist, läßt den Theil Z von dem Boden der ersten Vertiefung sehen. Die Vertiefung T ist diejenige des Federhauses und eben so tief, als die erstere.

Eine Platine A, Fig. 272, auf welcherdie Brücken angebracht sind, welche die Räder an ihrem Platze er-

halten, tritt frei in das Gehäuse B, ruht auf dem Theile Z und ist mittels der Schrauben a, b, c darauf befestigt. Diese Platine dient auch als Deckel für das Federhaus.

Fig. 272 stellt die zusammengesetzte Uhr dar. B′ ist die Brücke des Federhausstiftes; S diejenige, welche einen Theil des Räderwerkes hält; C die des Cylinderrades oder der Unruhe; D der Hahn auf seinem Schlitten E, welcher auf der Platine mittels zweier Schrauben befestigt ist, von denen sich eine unter dem Hahne befindet.

Der Federhausstift ist mit einem Sperrrade R versehen, von dem nur ein Drittel der Dicke verzahnt ist, während zwei Drittel unten einen kreisförmigen Vorsprung bilden, der einen etwas kleineren Durchmesser hat, als das Sperrrad (von dem Boden der Zähne ausgehend).

Das Rad H ist auf dem Vorsprunge des Sperrrades angebracht. Der Kern des Federhausstiftes, welcher einen viel größeren Durchmesser hat, als der Vorsprung, auf dem er durch zwei starke Schrauben und durch zwei Füße befestigt ist, hält auch das Rad H, welches auf dem Stifte nur aufgeschoben ist. Dieser Kern ist da, wo er mit dem Kerne des Federhauses eine Fläche bildet, hohl, damit X ohne Berührung eintreten kann, während der Rand des Kernes oder der Ring den Boden des Federhauses fast berührt; dieser Ring trägt den Haken, an welchen das innere Auge der Feder befestigt wird.

Das Rad H ist in der Nähe von h mit einem Sperrkegel mit der Feder V versehen; um diesem Sperrkegel die ganze nöthige Kraft zu geben und folglich Unfälle in Folge eines Zerspringens der Feder zu vermeiden, brachte der Erfinder einen Stift an, der so stark ist, daß er der Feder widerstehen kann; auf das Rad, außerhalb der Vertiefung, hat er eine Schraube aufgesetzt, deren breiter Kopf zum Theil auf dem Sperrkegel ruht, und die Vertiefung auf dem Rande wurde er-

weitert, um den Schraubenkopf aufzunehmen. Die Schraube hält den Sperrkegel an seinem Platz und gestattet ihm eine freie Wirkung, ohne daß er in Unordnung kommen kann.

Das zweite Rad M hat 84 Zähne und bewegt einerseits das Räderwerk und andererseits den Minutenzeiger. Ein Rad G, Fig. 273, mit 28 Zähnen, zuvörderst bis in deren Nähe vertieft und dann in der Mitte mit einem Loche versehen, welches fast eben so groß als die Vertiefung oder Versenkung ist, sitzt mit geringer Reibung auf dem Rade L; ein Stahlrad R ohne Zähne, auf der Röhre des Getriebes L angebracht, tritt in die Versenkung des Rades von 28 Zähnen, und sein Mittelpunkt ruht auf L, wo er mit zwei Schrauben befestigt ist.

Der erste äußere Kreis ist das Rad L, der zweite das Rad G von 28 Zähnen; der dritte, das Stahlrad R, tritt in die Versenkung des Rades G, und in der Mitte befindet sich die Röhre des Getriebes von dem Rade L, welche etwas über das Ganze vorsteht.

Fig. 274 stellt das Rad L von oben mit seinem Getriebe und den beiden Schrauben dar, welche das Stahlrad halten. Diese Anordnung gewährt eine sehr gute Reibung und den Vortheil, sich ohne alle Unbequemlichkeit wieder herstellen zu lassen; ohne dieselbe oder eine ähnliche könnte man die Zeiger nicht auf die Minute und die Stunde stellen.

Die Brücke B′ hat rings um das Loch, in welchem sich der Stift der Feder dreht, eine Versenkung K, welche zur Aufnahme des Röhrenrades von dem Minutenzeiger dient, und links eine andere, tiefere Versenkung Y. Eine Spindel im Mittelpunkte von Y nimmt die Röhre des Getriebes von L auf; alsdann bewegt das Rad M von 84 Zähnen dasjenige von 28 Zähnen und das Rad L, welches den Zapfen des Minutenzeigers bewegt, und durch sein Getriebe die Röhre des Stundenzeigers.

Die Spindel oder der Zapfen des Federhauses ist seiner ganzen Länge nach durchbohrt und nimmt eine

Spindel auf, die sich frei in der Röhre bewegt; diese Spindel nimmt mit starker Reibung den Minutenzeigerzapfen zur Seite der Brücke B' auf, während sie an der entgegengesetzten Seite einen kleinen quadratischen Angriff hat, welcher in eine Pfanne eintritt, die in dem Quadrat des Aufzuges befindlich ist. Diese Pfanne ist groß genug, daß das Quadrat eines kleinen Schlüssels eintreten und die Zeiger drehen kann.

Links von der Brücke B' sieht man einen stählernen Riegel F, der durch eine Schraube gehalten wird; dieses Stück dient, indem man seinen längern Theil in einen der Zähne des Rades H treten läßt, um die Wirkung der Feder ganz aufzuheben, so daß man die ganze Uhr auseinander nehmen kann, ohne die Feder aufrollen zu lassen. Die beiden Stahlstücke d und e sind die Gehäuseschlüssel.

Damit sich das Oel der Feder nicht mit demjenigen des Räderwerks vermischen kann, bringt der Erfinder zwischen die Platine und die Feder eine Messingplatte, vom Durchmesser der Platine; diese Platte ist, wie die Platine, in der Mitte mit einem Loche versehen, um den Zapfen des Federhauses durchzulassen, und am Rande mit fünf Löchern, welche denen des Theiles Z, Fig. 275, entsprechen. Wenn die Schrauben a, b, c angezogen sind, so halten sie die Platte und die Platine fest.

Die Stellung oder Korrektion ist außerhalb des Gehäuses B, Fig. 272*, befestigt, unter dem Ringe des Glases. Man sieht, daß sie aus einem dünnen Stahlblatte, im Innern des Gehäuses und aus einem außerhalb befindlichen Zeiger besteht, welche auf dem Gehäuse verzeichneten Graden entsprechen.

Wenn man in der Nähe des Randes von dem Schlitten eine Spindel anbrächte, welche auf der Seite des Gangwerkes eine Gabel trägt, die ihrerseits die Stellung bewegt, und auf der Seite des Bodens von dem Federhause einen Zeiger auf einem quadratischen Zapfen, so könnte man beim Richten der Uhr das Oeff-

nen des Glases vermeiden. Auch kann man auf der Röhre des Sperrrades einen Zeiger anbringen, welcher die Abwickelung der Feder anzeigt.

Auf den ersten Blick scheint es, als wenn das Räderwerk dieser Uhr, welches am Umfange der Platine liegen muß, nicht den gehörigen Platz hätte; geht man aber in eine nähere Untersuchung ein, so sieht man, daß die Durchmesser der beweglichen Theile nicht verändert sind. Was nun die Zwischenräume betrifft, welche sie zwischen sich haben müssen, so können sie ganz dieselben, wie bei allen gut eingerichteten Uhren sein; für die Hemmung, die Unruhe, das Cylinderrad und das Kronrad sind die Zwischenräume besser, weil das Mittelrad über der Unruhe hier nicht vorhanden ist und daher von einer gegebenen Höhe nicht so viel beansprucht wird.

Die Anzahl der Zähne der verschiedenen Räder ist folgende: Das erste Rad H hat 80 Zähne, sein Getriebe 10; das zweite M, 84 Zähne, das Getriebe 10; das dritte N, 64 Zähne, das Getriebe 10; das vierte O, 60 Zähne, das Getriebe 8; das fünfte P, 60 Zähne, das Getriebe 8; und das sechste, das Cylinderrad, hat 16 Zähne und sein Getriebe 6.

Für das Zeigerwerk hat man: das von M bewegte Rad 36 Zähne, sein Getriebe 10; das Röhrenrad 40, und das Minutenrad 12.

Das Aufziehen der Taschenuhren ohne Schlüssel

ist ein Gegenstand, der zu mehreren Erfindungen Veranlassung gegeben hat und außer der bloßen Bequemlichkeit, von einem Schlüssel nicht abhängig zu sein, noch bedeutenden Vortheil gewährt, denn da alsdann keine Veranlassung vorhanden ist, die Taschenuhr zu öffnen, so kann das Gehäuse so eingerichtet sein, daß es genauer schließt, und die Luft wird dann vollstän-

diger ausgeschlossen, dabei wird die Uhr nun länger gehen, ohne einer Reinigung zu bedürfen. Dabei erspart man auch die Dicke und die Kosten einer doppelten Hinterseite des Gehäuses.

Die erste Einrichtung dieser Art bestand darin, daß man den Knopf des Henkels, der in die Uhr hineinging und an welchem ein hakenartiger Sperrkegel befestigt war, welcher die Schnecke oder das Federhaus mittels eines Sperrrades aufzog, aus der Uhr herauszog. Aber diese Einrichtung entsprach dem Zwecke nicht, gerieth leicht in Unordnung, und außerdem wurde bei jedem Aufziehen frische Luft in die Taschenuhr gepumpt, was bald nachtheilige Wirkungen hervorbrachte.

Eine weit bessere Einrichtung ist diejenige, welche in dem Berichte über die Uhren der großen Industrieausstellung angegeben ist, und von welcher Erfindung Herr Dent als der Eigenthümer, obschon nicht als der Urheber genannt wird. Sie verbindet die beiden Zwecke des Aufziehens und des Stellens der Zeiger mittels des Henkels in der Weise, wie wir jetzt beschreiben wollen. In Fig. 277 ist d ein Rad am Federgehäuse mit konischen Zähnen, und ein anderes kleines Kegelrad sitzt auf der Spindel b, welche im Henkel oder Griffe mit einem geränderten Kopfe a endet. Diese beiden Räder können nicht gut ohne die Dazwischenkunft eines dritten Rades, welches in der Fig. 278 mit e bezeichnet ist, so angeordnet werden, daß sie mit einander in Angriff kommen. Es läßt sich nun leicht erkennen, daß durch Drehen des geränderten Kopfes das Federhaus aufgezogen wird. Dieselbe Einrichtung läßt sich nun auch an der Schnecke anbringen, obschon dadurch das Volumen der Uhr vergrößert wird; aber in der That werden diese Taschenuhren ohne Schnecke gemacht, und wir haben von Personen, welche solche Uhren einige Jahre getragen haben, vernommen, daß der Mangel einer Schnecke aus irgend einem Fehler in den Leistungen der Uhr nicht erkannt werden konnte.

Das Aufziehrad d wird auch mit der wohlbekannten Erfindung des Herrn Breguet ausgestattet, die in England auch unter dem Namen tipsy key bekannt ist, wenn sie an einem gewöhnlichen Aufziehschlüssel angebracht worden. Man kann alsdann den Henkel in verkehrter Richtung drehen, ohne daß man dadurch etwas anderes bewirkt, als ein Sperrrad über seinen Sperrkegel zu bewegen und ohne daß man also der Taschenuhr Gewalt anthut, wenn man sie in der verkehrten Richtung aufzuziehen sucht. Derselbe Schenkel sammt den Rädern werden auch benutzt, um die Zeiger zu stellen, und zwar in folgender Weise:

Ein kleines Rad f dreht sich auf einem Putzen am Ende des Hebels f g h, und da der Hebel sich auf einem Zapfen bei g dreht, wenn sein Ende h, welches eben nur durch den Ring der Uhr vorragt, siehe Fig. 279, nach einer Seite geschoben wird, so wird das Rad f alsdann in Eingriff gebracht mit dem Aufziehrade d und dem Stundengetriebe in der Mitte der Uhr; und wenn demnach der Henkel dann gedreht wird, so verändert er die Stellung der Zeiger ganz auf dieselbe Weise, wie sie bei ausländischen Uhren von der Rückseite her mit einem Schlüssel gewöhnlich verändert werden, so daß die Vorderseite niemals geöffnet zu werden braucht. Während man nun dieses thut, zieht man auch zu gleicher Zeit die Uhr ein wenig auf, wenn nämlich der Henkel in der Richtung zum Aufziehen gedreht worden ist; aber dieses ist von keinem Belang, nur daß man nicht, wenn man eben die Uhr vollständig aufgezogen hat, die Zeiger vorwärts rücken kann.

Der von Herrn Bissen erfundene Mechanismus ist sehr einfach und wohlfeil. Die Kapseln und Gehäuse der dünnen Taschenuhren dürfen nothwendig keine bedeutende Stärke haben, und man darf daher auch keinen bedeutenden Druck auf dieselben ausüben, weil sie sonst nachgeben und beschädigt würden. Mit den Abänderungen, welche der Erfinder bei diesen Uhren an-

gebracht hat, können die Brücken so hoch liegen, daß die gehenden Theile gehörig geschützt sind.

Fig. 280 zeigt den Mechanismus zum Aufziehen der Uhr. A ist die Brücke des Federhauses; B ein Sperrrad, unter dieser Brücke angebracht; C ein Zahnsektor, der als Sperrkegel wirkt; D eine Feder, welche den Zahnsektor in der Verzahnung des Sperrrades B zurückhält. Eine Stahlplatte E ist in dem Gehäuse angebracht und wird durch ein krummes Blatt G außerhalb festgehalten; F ist ein an diesem Blatt G befestigter Knopf.

Indem man nun dem Knopf F eine hin- und hergehende Bewegung ertheilt, dreht der Zahnsektor C, welcher diese Bewegung erhält, das Sperrrad B, und es wird auf diese Weise die Uhr aufgezogen. Diese Bewegung ist sehr einfach, macht den Mechanismus nicht zusammengesetzter und erfüllt den beabsichtigten Zweck so gut als möglich. Der Erfinder schlägt auch vor, den Zahnsektor direkt mit einer kleinen Stange zu verbinden, welche man nur zu ziehen oder zu stoßen braucht; man würde in diesem Falle statt der Kreisbewegung eine geradlinigte wiederkehrende Bewegung anwenden.

Fig. 281 zeigt den Mechanismus zum Stellen der Uhr auf die richtige Stunde. M ist ein Zeigerzapfen, wie er bei allen Uhren vorhanden ist; L das Minuten- oder Zwischenrad, je nachdem man unmittelbar oder mittelbar auf die Zeiger einwirken will. K bezeichnet ein Getriebe, welches mit dem Rade L in Eingriff steht; I eine kleine Brücke, welche das Getriebe umfaßt; H ist die Spindel des Getriebes, welche sich in einen Knopf endigt, und F eine Feder, welche dazu dient, das Getriebe festzuhalten, es mag angezogen oder vorgeschoben worden sein.

Die Abbildung zeigt den Mechanismus in der Stellung, wo man sich seiner bedienen kann. Das Ende der Feder, welches gegen den Träger N drückt, hindert das Getriebe, aus seiner Lage zu kommen. Man braucht nur den Knopf in der einen oder der andern Richtung

zu drehen, um die Zeiger vor- oder zurückzustellen. Das Getriebe dreht sich um das Rad L, welches seinerseits den Zeigerzapfen M dreht. Zu dem Ende ist das Rad L gezahnt, wie ein Stirnrad oder wie ein Kronrad; in diesem Falle ist die Verzahnung nach aufwärts gerichtet, so daß es unten in das Rad M und oben in das Getriebe K greift. Will man die Zeiger nicht berühren, so drückt man gegen den Knopf; das Getriebe senkt sich und verläßt die Zähne, die Feder drückt auf den oberen Theil des Trägers N, damit er nicht aufwärts gehen kann, und das Rad L ist gänzlich frei. Die Knöpfe zum Aufziehen und Stellen liegen zu beiden Seiten des Uhrdeckels. —

Auf der großen Industrieausstellung vom Jahr 1851 befanden sich einige Taschenuhren von einem Hrn. Jackson, in welchen das Aufziehen durch einen massiven Schlüssel bewerkstelligt wurde, welcher in ein viereckiges Loch in der Welle eines Getriebes paßte, welches im Eingriffe stand mit dem Aufziehrade an der Schnecke, wie das Aufziehgetriebe bei Thurmuhren. Der Zweck war, die Größe der Schneckenwelle zu reduciren und den Uebelstand eines sehr kurzen Aufzugvierecks, wenn die Uhr sehr flach sein soll, zu vermeiden. Wir zweifeln aber, ob ein solcher Gewinn die größeren Kosten werth sei. Dabei muß man sich wundern, daß eine Idee des verstorbenen Herrn Mudge in Betreff der Verminderung der Reibung der Schneckenwelle nicht benutzt worden ist. Derselbe schlug nämlich vor, dem Federhause eine Drehung, welche derjenigen der Schnecke entgegengesetzt ist, zu geben, so daß die Kette zwischen der Welle und dem Mittelgetriebe wirksam sein kann, wodurch der Druck auf die Schneckenwelle nur gleich ist der Differenz, statt der Summe der Kraft der Feder und des Druckes, welche auf das Getriebe übertragen werden. In Taschenuhren ohne eine Schnecke läßt sich der massive Uhrschlüssel mit Nutzen anwenden, da er nicht die Zugabe eines Aufziehgetriebes erheischt, indem die Aufziehwelle dann die Welle des Federhauses ist, welches

sich nur beim Aufziehen umdreht, wo dann die Reibung in Folge der größeren Stärke nichts zu sagen hat.

Bei Taschenuhren ohne eine Schnecke findet sich eine andere Einrichtung, um das allzu starke Aufziehen derselben zu verhindern. Dieselbe ist bekannt unter dem Namen der Genfer-Aufhaltung, und das Princip derselben ist einfach folgendes: Wenn zwei Räder mit einander im Eingriffe stehen, von welchen das eine die Räume zwischen einigen oder mehreren nebeneinander liegenden Zähnen ausgefüllt hat, so ist es begreiflich, daß dieses Rad nicht ganz umgedreht werden könne. Und eben so verhält sich es, wenn eins der Räder nur ein Cylinder ist, mit einem einzigen Zahne versehen, und das andere eine gewisse Zahl von Kerben hat, jedoch nicht ringsum, durch welche dieser Zahn passiren kann. Wenn deshalb ein einzähniges Rad dieser Art auf der Federhauswelle sitzt, welche mit einem Schlüssel gedreht werden kann, und wenn das Rad im Eingriff steht mit einem Rade von nur 4 oder 5 Zahnkerben, während der übrige Theil des Umfanges massiv ist und der Zahn also nicht passiren kann, so wird es doch begreiflich, daß das Federhaus um 4 oder 5 Umgänge und nicht weiter aufgezogen werden könne; und während sich das Federhaus abwickelt, dreht es das Hemmungsrad wieder mit sich zurück.

Ephraim Smith's verbesserter Uhrschlüssel.

Der Smith'sche Uhrschlüssel ist eine Verbesserung des bekannten Breguet'schen und hat die Eigenthümlichkeit, daß man ihn beliebig von links nach rechts oder umgekehrt drehen kann.

Fig. 282 zeigt den Vertikaldurchschnitt dieses Schlüssels und Fig. 283 den Horizontaldurchschnitt desselben nach der Linie x x in Fig. 282. Der Schlüsselkörper a besteht aus zwei oder noch mehr Theilen, welche bei b durch Schrauben oder auf irgend eine andere Weise

mit einander verbunden sind. d ist der eigentliche Schlüssel; er ist mit der Spindel c fest verbunden und bewegt sich immer gemeinschaftlich mit dieser. In dem erweiterten Theile e des Schlüsselgehäuses befindet sich ein mit der Spindel c verbundenes, fein gezahntes Rad f, in welches ein doppeltwirkender Sperrkegel g eingreift. Dieser Sperrkegel ist um den Stift h drehbar und wird durch eine Feder i mit den Zähnen des Rades f beständig im Eingriff erhalten. j j sind zwei Oeffnungen im Schlüsselgehäuse e, welche auf entgegengesetzten Seiten der Drehachse h liegen; führt man durch eine dieser Oeffnungen einen kleinen Drücker ein, so bringt man das eine oder das andere Ende des Sperrkegels g in Eingriff mit dem Rade f. Vermöge dieser Anordnung gestattet der Schlüssel also die Drehung nach beiden Richtungen. k ist ein Ring zum Aufhängen des Schlüssels. (London Journal. Aug. 1855, p. 90.)

Neuer, von Herrn Joseph Lerot, Uhrmacher zu Argentan, Orne, erfundener Mechanismus für Repetiruhren*).

Herr Lerot hat der Société d'encouragement eine Uhr vorgelegt, welche dem Komité der mechanischen Künste, wegen der Einfachheit ihres Baues sowohl, als wegen der Sicherheit ihrer Funktionen, besonders merkwürdig zu sein scheint.

Die zahlreichen Stücke, aus denen die Repetiruhren bisher zusammengesetzt waren, sind nämlich an der Uhr des Herrn Lerot auf vier reducirt, deren Mechanismus äußerst sinnreich ist. Man wird bei der Annahme dieses Systems nicht nur in Zukunft sehr wohlfeile Repetiruhren zu liefern im Stande sein, sondern diese Uhren werden auch so flach sein, wie man sie gegenwärtig liebt, und nicht mehr so oft in Unordnung

*) Bulletin de la Société d'encouragement.

gerathen, als dieß sonst wegen ihres komplicirten Baues leicht geschah. Der Bau der neuen Uhr ist folgender:

Ein großes stählernes Rad, dessen Durchmesser etwas kleiner ist, als jener des Zifferblattes, und welches mit demselben koncentrisch ist, führt an seinem Umfange 12 Zähne, die, dem Baue nach, mit den Zähnen der Sperräder Aehnlichkeit haben und nach und nach auf den Stiel des Hammers des Schlagwerkes einwirken. Dieses Rad, welches von der Bewegung der Uhr ganz unabhängig ist, wird mit einer kleinen Kurbel, die in dem Knopfe angebracht ist, gedreht, und die Achse dieser Kurbel, welche die Richtung eines Halbmessers des Zifferblattes hat, ist mit einem Getriebe versehen, welches in die Zähne eingreift, die längs der ganzen innern Fläche des großen stählernen Rades angebracht sind.

Will man nun die Stunde schlagen lassen, so dreht man die Kurbel so lange nach der einen Richtung, bis man auf ein Hinderniß stößt: hierdurch wird das stählerne Rad um eben so viel gedreht, wobei dessen Arme jedoch den Hammer außer Thätigkeit lassen. Ist dieß geschehen, so dreht man die Kurbel nach der entgegengesetzten Richtung, wo dann bei jeder Umdrehung, die in diesem Sinne gemacht wird, ein Zahn des Rades vorübergeht und ein Schlag des Hammers erfolgt. Die Zahl der Schläge, die auf diese Weise hervorgebracht wird, entspricht der Stunde, welche der Zeiger andeutet, weil man auf ein Hinderniß trifft, welches keine weitere Umdrehung der Kurbel zuläßt.

Die Wirkung ist hier unfehlbar, weil der Sperrer ein Schwengelstück ist, welches in der Minuterie auf dem Stundenrade befestigt ist, so daß es materiell unmöglich ist, daß der Hammer mehr Stunden schlägt, als der Zeiger auf dem Zifferblatte andeutet.

Was die Viertelstunden betrifft, so lassen sich dieselben leicht nach dem Wege, den die Kurbel zurücklegt, nachdem sie den letzten Schlag bewirkt hat, und der durch den beschriebenen Bogen gegeben ist, bemessen.

Dieser Mechanismus hat jedoch zwei Nachtheile: der erste derselben liegt in der Anwendung der kleinen Kurbel, welche immer über den Kopf der Uhr hinausragt; der zweite hingegen besteht darin, daß man, in Folge der Einrichtung des Sperrers und des Armes, der sich gegen denselben stemmt, die Viertelstunden zwischen 12 und 1 nicht abschätzen kann. Diesen beiden Nachtheilen ließe sich jedoch bald abhelfen; denn die Kurbel ließe sich durch einen geränderten Knopf, den man zwischen den Fingern dreht, und desgleichen man an manchen andern Uhren zu einem andern Zwecke angewendet sieht, ersetzen; und was den Sperrer betrifft, so ließe sich derselbe so brechen, daß er sich flach niederlegt, wenn man nach der einen, und emporsteigt, wenn man nach der andern Richtung dreht. Uebrigens hat Herr Lerot vielleicht selbst die Absicht, noch mehrere Verbesserungen an seinem Mechanismus anzubringen, indem die Uhr, die er der Gesellschaft vorlegte, nur als ein Modell zu betrachten und in ihrer Ausführung so unvollkommen ist, daß keine Versuche mit dem Gange derselben angestellt werden konnten.

Fig. 284 zeigt die Uhr in ihrer natürlichen Größe und mit allen ihren Stücken ausgestattet; nur das Zifferblatt ist abgenommen.

Fig. 285 stellt das Rad des Schlagwerkes von der Seite vor; in Fig. 286 hingegen sieht man dasselbe im Grundrisse.

b ist ein plattes, stählernes Rad, an dessen äußerem Rande sich 12 Zähne befinden, während es an der untern Fläche mit einer Verzahnung b ausgestattet ist. In diese Verzahnung greift das Getriebe c ein, und die Achse dieses Getriebes läuft durch den Knopf und wird durch die kleine Kurbel e in Bewegung gesetzt.

f ist eine Aushebung, auf welche die Zähne des Rades a nach einander einwirken. Diese Aushebung, welche mit zwei kleinen Zähnen, 1 und 2, ausgestattet ist, ist an der Achse des Hammers des Schlagwerkes

aufgezogen; sie macht das Schlagwerk jedesmal, so oft der Zahn 1 eingreift, schlagen.

g ist ein an dem Rade a befestigtes Stück, welches sich gegen den beweglichen, an dem Stundenrade angebrachten Sperrer h stemmt. Wenn die Uhr im Gange ist, so schwingt sich dieser Sperrer und bewegt sich gegen das Stück g, ohne dasselbe anzuhalten; so wie man aber so viele Schläge schlagen läßt, als der Stundenzeiger andeutet, so widersetzt sich der Sperrer h jeder weitern Bewegung des Rades a, indem er sich gegen das Stück g stemmt.

i ist ein auf die Scheibe gelötheter Stift, gegen den sich das Stück g stemmt, wenn das Rad seine Umdrehung vollendet hat.

Dreht man die Kurbel e nach links, so dreht sich das Rad a nach rechts, und dabei bewirken die Zähne, indem sie nach einander auf den Zahn 1 der Aushebung wirken, daß der Hammer so viele Schläge macht, als der Zeiger Stunden andeutet. Diese Bewegung dauert so lange fort, bis das Ende des Stückes g auf den beweglichen Sperrer h trifft, der dann, indem er sich nicht mehr schwingen kann, die weitern Umdrehungen des Rades a verhindert. In diesem Augenblicke deutet die Kurbel e durch ihre Stellung die Viertel- und halben Stunden an.

Dreht man die Kurbel nach rechts, so erhält das Rad eine Bewegung nach der entgegengesetzten Richtung; dabei bewegen sich dessen Zähne gegen den Zahn 2 des Aushebers f, wodurch derselbe zu Schwingungen veranlaßt wird, ohne daß der Hammer jedoch schlagen kann. Diese Bewegung dauert so lange fort, bis sich das Stück g gegen den Stift i stemmt. Dieß deutet dann die natürliche Stellung des Rades an, so daß man die Uhr von neuem schlagen lassen kann.

Henry Robert's, Uhrmacher zu Paris, erfundener Weckermechanismus*).

Der Nutzen der von Herrn Robert in Vorschlag gebrachten Erfindung ergiebt sich am besten aus einer Betrachtung des Mechanismus, dessen man sich bisher bediente, um die Wecker zur bestimmten Stunde schlagen zu machen. Das Gehäuse der Weckeruhren enthält nämlich gewöhnlich eine Glocke und einen Hammer, welcher durch ein Räderwerk in eine rasche Hin- und Herbewegung versetzt wird. Dieses Räderwerk wird durch eine Trommel, deren Feder man aufzieht, wenn sich der Wecker später hören lassen soll, in Bewegung gesetzt. Ein Vorfall oder Ausheber dient als Sperrer für dieses Räderwerk, und dieser Vorfall wird durch einen sinnreichen Mechanismus zum Spielen gebracht. Eine Centralscheibe, die sich unter dem Stundenrade befindet, hebt denselben nämlich empor, indem sie beständig gegen das Ende eines an diesem Rade angebrachten Stiftes reibt. An einer Stelle des Umfanges dieser Scheibe befindet sich ein Ausschnitt, und der Augenblick, in welchem das Schlagrad abgeht, wird durch den Einfall des Stiftes an dem Rade in diesem Ausschnitte bestimmt. Der Vorfall befreit nämlich in Folge dieses Einfalles das Räderwerk des Schlagwerkes, und die Folge hiervon ist, daß der Hammer lebhaft auf die Glocke schlägt. Der Augenblick des Abganges des Schlagwerkes hängt von der Stelle, an welcher sich der Ausschnitt in der Scheibe befindet, ab, und indem man einen Zeiger, der diese Scheibe mit sich führt, dreht, bringt man auch den Ausschnitt genau auf die gewünschte Stunde, so daß sich also das Schlagwerk vernehmen läßt, wenn der Stundenzeiger gerade über dem Zeiger des Werkes anlangt.

Dieser Mechanismus hat nun offenbar den Nach-

*) Bulletin de la Société d'encouragement.

theil, daß das Räderwerk des Schlagwerkes beständig auf das Stundenrad drückt und die Bewegung erschwert. Dieß geschieht, der Wecker mag aufgezogen sein oder nicht, und deshalb muß man der Triebkraft an diesen Weckeruhren eine größere Stärke geben. Ueberdieß ist das Abgehen des Schlagwerkes an diesen Weckeruhren auch nicht ganz gewiß, weil die Scheibe, in der sich der Ausschnitt befindet, einen kurzen Halbmesser hat, und weil die Bewegung des Stiftes, der in denselben einfällt, eine langsame ist. Die geringste Excentricität im Zifferblatte erzeugt bedeutende Unterschiede im Augenblicke des Abganges, und daher geschieht es auch gar häufig, daß sich das Schlagwerk um eine Viertelstunde zu früh oder zu spät hören läßt.

Die Wecker der gewöhnlichen Uhren sind nach einem etwas anderen Plane gebaut. Die Scheibe mit dem Ausschnitte ist an dem Stundenrade befestigt und dreht sich mit demselben um. Ein Auslöshebel, auf welchen eine Feder drückt, reibt sich mit seinem Ende auf dem Umfange dieser Scheibe, und dieses schräg abgeschnittene oder schräg zulaufende Ende fällt in den Ausschnitt, wenn derselbe unter ihm anlangt, und dadurch wird das Schlagwerk frei.

Diesen letzteren Mechanismus hat nun auch Herr Robert befolgt; allein er hat an demselben eine Modifikation angebracht, ohne die er sich an den Taschenuhren nicht bequem anwenden ließ, und ohne welche die Feder immer noch beständig, und selbst wenn der Wecker nicht aufgezogen war, auf das Stundenrad drückt.

An der Uhr des Herrn Robert hat nun der Vorfall oder Ausheber zwei Arme, von denen zwar der eine auf die Scheibe drückt, allein nur dann, wenn der Wecker aufgezogen ist. Denn ist dieß nicht der Fall, so wird der Vorfall durch ein Sperrrad emporgehoben, so daß er keinen weiteren Einfluß auf das Gehwerk ausübt. Der Gang der Uhr wird also hier nur dann durch die Gegenwart des Weckers genirt, wenn die Trommel des Schlagwerkes aufgezogen wird.

Außerdem ist der Abgang des Schlagwerkes an den neuen Weckern viel genauer und bestimmter, als dieß bei dem gewöhnlichen Vorfalle der Uhren möglich ist, weil der Arm des Hebels in einen Ausschnitt fällt, der an dem Umfange einer Scheibe angebracht ist, der man, ohne allen Nachtheil, einen hinlänglich großen Durchmesser geben kann, und welche dennoch mit der Drehungsachse der Zeiger ziemlich koncentrisch ist. Die neue Uhr besteht auch aus einer geringeren Anzahl von Stücken. An den gewöhnlichen Uhren wirkt der Vorfall, indem er den Stundenzeiger hebt oder senkt; seine Auslösung ist in senkrechter Richtung gegen das Zifferblatt angebracht, und daher muß man der Uhr eine größere Dicke geben. Der Vorfall des Hrn. Robert hingegen bewegt sich in einer mit dem Zifferblatte parallelen Fläche, und daher ist sie bequemer in der Tasche zu tragen, in ihrem Mechanismus weniger komplicirt und in ihrem Gange sicherer.

Hieraus erhellt, daß der Wecker des Hrn. Robert nach denselben Principien gebaut ist, wie der Wecker an den gewöhnlichsten Stockuhren, und daß der Zeiger folglich abziehen oder abrechnen muß, d. h., daß er die Zahlen des Zifferblattes, auf welche der Zeiger des Weckers gestellt werden muß, damit er nach Ablauf einer bestimmten Anzahl von Stunden schlage, in umgekehrter Ordnung einzeichnet. Hr. Robert hat aber diesen Mechanismus nicht nur so modificirt, daß er an den Taschenuhren angewendet werden kann, sondern es ist ihm auch gelungen, das Haupttriebwerk von dem Mechanismus unabhängig zu machen, ausgenommen, der Wecker ist aufgezogen.

Nach einem in der Uhrmacherkunst allgemein angenommenen Grundsatze verdient ein Widerstand, der sich beständig gleich bleibt, selbst wenn er etwas bedeutender ist, den Vorzug vor einem wandelbaren Widerstande, der die Dauer der Schwingungen verändern und der Uhr einen ungleichen Umgang geben kann. In dieser Hinsicht sollte man also glauben, daß die Uhr des

Hrn. Robert, an welcher der Vorfall nur dann auf dem Gehwerke lastet, wenn die Feder des Weckers gespannt ist, minder regelmäßig geht, weil das Triebwerk bei aufgezogenem Wecker einen ungewohnten Druck erleidet. Dieser wandelbare Widerstand ist hier jedoch ohne allen Nachtheil, weil er weder auf die Hemmung, noch auf irgend eins der letzten Triebräder des Gehwerkes wirkt. Es kann also nur dann, wenn das erste Triebrad diesem geringen zufälligen Widerstande ausgesetzt ist, eine Veränderung in den Schwingungen der Unruhe stattfinden, und es ist offenbar, daß diese Bauart hier derjenigen vorgezogen werden muß, bei welcher eine größere Triebkraft nöthig ist, und bei welcher man am Ende doch immer auf einen wandelbaren Widerstand stößt.

Die Kommission ist daher der Ansicht, daß die Weckeruhr des Herrn Robert vor den gewöhnlichen Taschenuhren mit Weckern den Vorzug verdiene, und zwar 1) weil in ihr die Summe des Widerstandes geringer ist, so daß sie folglich eine weniger starke Triebkraft erfordert; 2) weil deren Theile einfacher sind; 3) weil der Abgang des Schlagwerkes mit größerer Genauigkeit bestimmt ist, und endlich 4) weil die Dicke der Uhr dadurch vermindert wird.

Beschreibung des neuen Vorfalles oder Aushebers der Weckeruhren des Herrn Robert.

Der Arm A B dieses in Fig. 287 abgebildeten Aushebers ersetzt für sich allein die drei Stücke P, D, R des gewöhnlichen Vorfalles, welche in der Zeichnung durch punktirte Linien angedeutet sind. Der Augenblick, in welchem der Wecker schlägt, wird durch das Einfallen des Schnabels B in den in der Scheibe N angebrachten Ausschnitt O bestimmt. Diese Scheibe gehört dem Weckerrade an und dreht sich mit demselben mit fetter Reibung auf dem Stundenrade; sie vollendet, so wie dieses letztere, ihre Umdrehung innerhalb 12 Stun=

den. Der Ausschnitt O ist auf solche Weise angebracht, daß sich das Schlagwerk in dem Augenblicke vernehmen läßt, in welchem der Zeiger auf dem Nullpunkte am Zifferblatte anlangt.

Wenn die Feder abgewunden ist, so wird der Ausheber durch das Sperrrad E emporgehoben, und in dieser Stellung ist der Mechanismus dargestellt. Ist die Feder des Weckers hingegen aufgezogen, so hält das Sperrrad E den Vorfall nicht mehr durch seinen Druck auf den Vorsprung T gehoben, sondern der Schnabel B ruht so lange auf dem Umfange der Scheibe, bis er auf den Ausschnitt O trifft, in welchen er dann einfällt.

Bäcker's Wecker und Lichtanzünder.

Der Herr Uhrmacher Bäcker zeigte in der polytechnischen Gesellschaft zu Königsberg einen von ihm erfundenen Wecker und Lichtanzünder, worauf er ein Patent erhalten. Der Wecker selbst ist nach einem schon bekannten Princip eingerichtet. Eine Taschenuhr wird auf ein Tischchen gelegt und auf das Viereck der Zeiger ein mit einer Uhrschlüsselkanone versehener Stift aufgesetzt, um den ein Faden gewickelt ist, an dessen Ende ein kleines Gewicht hängt. Dieser Stift geht mit den Zeigern herum und wickelt den Faden dann so oft ab, daß das herabsinkende Gewicht zur bestimmten Stunde eine eingehakte Glocke, die an einer Feder hängt, auslöst und ein lange dauerndes Klingen hervorbringt. Gleichzeitig mit der Glocke wird aber auch ein Hebel frei gemacht, dessen eines Ende beschwert ist, während der andere Arm eine mit Sandpapier gefütterte Klemme hält. Auf dem Fußgestell des Instruments ist ein fester Leuchter mit einem einsteckbaren Streichzündlichtchen befindlich, auf welches letztere die Klemme aufgesetzt wird. Indem bei dem Freiwerden des Hebels der schwerere Arm herabfällt, geht der andere mit der Klemme schnell in die Höhe und entzündet durch die Reibung zwischen der Klemme das Licht. Dieses Lichtanzünden ist eben

Herrn Bäcker's neue Idee, die ihm das Patent erwarb, welches ihm für den Umfang der preußischen Monarchie auf 5 Jahre ertheilt wurde.

Stoß's Taschenuhr ohne Getriebe im Gehwerke *).

Das Hauptwerk einer gewöhnlichen Taschenuhr besteht bekanntlich aus folgenden Theilen: Die in ihrem Gehäuse, dem Federhause oder der Trommel, liegende, mit dem innern Ende von der Welle, mit dem äußern von der cylindrischen Wand dieses Gehäuses gehaltene, spiralförmig zusammengewickelte Feder wirkt, wenn sie durch Aufziehen in noch engern Gängen um sich herum zusammengewickelt ist, beim Wiederausdehnen entweder unmittelbar auf das erste, an ihrer Welle befestigte, Rad und von da auf das übrige Räderwerk, oder, vermöge der Kette, auf die Schnecke und das mit letzterer verbundene erste Rad u. s. w.; das erste Rad aber (Federhausrad oder auch Schneckenrad) greift in das Getriebe des in der Mitte zwischen den Uhrplatten liegenden großen Bodenrades, Minutenrades, ein; das Minutenrad greift in das Getriebe des kleinen Bodenrades oder Mittelrades; letzteres greift in das Getriebe des Kronrades, und das Kronrad greift in das Getriebe des Steigrades, welches die Spindel hin und her wirft und dadurch die Unruhe zum Hin- und Herschwingen bringt. Ist die Uhr eine Cylinderuhr, so greift das kleine Bodenrad in das Getriebe des Cylinderrades, welches den Cylinder, sammt der Unruhe, in Thätigkeit setzt.

In der neuerfundenen Uhr von Stoß vertritt eine Schraube ohne Ende die Stelle des großen Bodenrades, des Kronrades und der Getriebe. Es ist blos das Federhausrad a, Fig. 288, da, welches in die Schraubengänge der liegenden Schraubenspindel b c ein-

*) Polytechnisches Centralblatt, Jahrg. 1840.

greift. Bei c erhält die Schraubenspindel ein kleines Stirnrad von 18 Zähnen, welches wieder in ein Paar weitläuftige Schraubengänge der kleinen, stehenden Schraubenspindel eingreift, woran das Hemmungsrad d festsitzt. Es ist dieses ein Steigrad, wie in großen Uhren; auch setzt es, wie bei diesen, einen Anker oder englischen Haken e in Thätigkeit. Von der Welle desselben erstreckt sich ein Arm f nach der Peripherie einer kreisförmigen, stählernen Scheibe hin, die an derjenigen dünnen Welle festsitzt, woran das Schwungrad g sich befindet. Gegen den Arm f hin hat die Peripherie dieser Scheibe eine kleine, an der Kante gehörig abgerundete Lücke; dieser gegenüber ist das Ende des Armes breiter und trägt daselbst auf sich einen kleinen Stift, welcher in jene Lücke der Scheibe mit dem gehörigen Spielraume paßt. Zwischen diesem Ende und dem Anker sind auf der Platte der Uhr zwei kleine Stifte perpendikulär befestigt, zwischen welchen der Arm f sich hin und her bewegen kann; sie setzen diesem Hin- und Herbewegen die gehörigen Grenzen. Des Gleichgewichtes wegen hat der Arm f auch auf der dem Anker entgegengesetzten Seite eine Verlängerung h. — Das Gestelle der Uhr besteht also nur aus einer Platte, auf deren einer Seite die beschriebenen Theile mit ihren Kloben oder Stegen liegen, während sonst, bei den gewöhnlichen Uhren, Räder und Getriebe zwischen zwei Platten sich befinden. Die Spiralfeder hat ihre Stelle nicht, wie gewöhnlich, unter der Unruhe, sondern über derselben. Ihre Befestigung, sowie das Rückklöbchen, ist an dem Unruhkloben angebracht. An einer Spitze i des Rückklöbchens schiebt man letztern rechts oder links hin, um den Gang der Uhr durch das gewöhnliche Verlängern oder Verkürzen der Spiralfeder zu reguliren.

Minuten und Stunden werden auch bei dieser Uhr aus der Mitte des Zifferblattes gezeigt, und doch ist kein in der Mitte zwischen dem Gestelle liegendes Minutenrad oder großes Bodenrad da. Deswegen mußte

das Weiserwerk, welches unter dem Zifferblatte sich befindet, folgende Einrichtung erhalten: Auf der Fläche des Federhauses sitzt ein Stirnrad (ein Wechselrad) von 30 Zähnen fest, welches in ein Getriebe von 10 Triebstöcken des Minutenrohres eingreift. Dieß Minutenrohr ist auf einen runden, in der Mitte der Uhrplatte befestigten Zapfen ebenso geschoben, wie sonst das Minutenrohr auf den langen Zapfen des großen Bodenrades geschoben wird. Jenes Stirnrad oder Wechselrad enthält auf seiner Mitte ein Getriebe von gleichfalls 10 Triebstöcken, in dieses greift das Stundenrad von 40 Zähnen ein. Letzteres ist mit seinem Rohre, das den Stundenzeiger tragen soll, auf die gewöhnliche Art über das Minutenrohr gelegt. Die Anzahl der Umdrehungen des Minutenrohres sind daher, gegen die Anzahl der Umgänge des Stundenrades, wie $\frac{30}{10} \times \frac{40}{10}$, d. i. wie $3 \times 4 = 12$ zu 1.

Wenn also nun die Uhr an dem vierkantigen Zapfen der Federwelle aufgezogen wird, so dreht das Federhaus a mit seinen Zähnen zuerst die Schraubenspindel b c um, folglich auch das daran festsitzende, kleine Stirnrad c. Dieses setzt wieder die kleine Spindel des Steigrades d, vermöge der Schraubengänge dieser Spindel, in die es eingreift, in Umdrehung, wodurch das Steigrohr und der zwischen dessen Zähnen liegende Anker, sowie die Unruhe g, auf die oben beschriebene Art in Thätigkeit kommt.

Das Federhausrad hat 60, nicht abgerandete, sondern scharfe Zähne. Der Eingriff derselben in die Schraubengänge der Spindel b c ist auf das Genaueste eingerichtet. Dreht jeder Zahn jenes Rades die Schraubenspindel einmal herum, so macht dieselbe 60 Umdrehungen während eines Umganges des Federhausrades. Das kleine Stirnrad c macht natürlich dieselbe Anzahl von Umdrehungen, wie die Schraubenspindel b c weil es fest mit derselben verbunden ist. Dreht nun jeder Zahn des kleinen Rades c, welches 18 Zähne hat, die kleine Spindel des Steigrades, folglich das Steig-

rad selbst einmal herum, so macht dieses 18 Umdrehungen, während einer Umdrehung von c, und 18 $\times$ 60 = 1080 Umdrehungen während eines Umganges von a. Dauert nun jede Umdrehung des Steigrades $\frac{1}{4}$ Minute, so währt ein Umgang des Federhausrades $\frac{1080}{4}$ = 270 Minuten oder $4\frac{1}{2}$ Stunden. Wenn sich also beim Aufziehen die Feder 7 Mal um sich selbst herumwickelt, so geht die Uhr 7 Mal $4\frac{1}{2}$, d. i. $31\frac{1}{2}$ Stunden in einem Aufzuge.

Man kann nun noch die Frage aufstellen, ob der Bau einer solchen Taschenuhr wirklich den Vorzug vor dem gewöhnlichen der Taschenuhren verdienen möchte? Hierauf kann wenigstens vorläufig auf folgende Art geantwortet werden: Viel Räder und Getriebe haben viele Wellzapfen und viele Eingriffsstellen an Zähnen und Triebstöcken, hiernach also auch eine größere Summe von Reibung an den Stellen, welche sich auf einander hinbewegen. Da nun bei der neuen Uhr so wenig Zapfen sind, die in Löchern laufen, und im Gehwerk gar kein Eingriff von Rädern und Getrieben in einander ist (sondern blos, wie bei jeder andern Uhr, im Weiserwerke), so muß in dieser Hinsicht wohl in unserer neuen Uhr die Reibung bedeutend geringer sein, als in einer gewöhnlichen Taschenuhr. Dafür aber ist die Reibung an den Theilen, welche die Hemmung und die Unruhe ausmachen, stärker wegen des Armes f mit seinem Gegengewichte und der Scheibe der Unruhespindel, woran das eine Ende des Armes spielt.

Beschreibung der von Heinrich Robert, Uhrmacher in Paris, konstruirten, vereinfachten Schiffsuhren *).

Um diese Beschreibung so deutlich als möglich zu machen, wollen wir den Weg einschlagen, welchen ein

*) Bulletin de la Société d'encouragement. Septb. 1846, pag. 486.

Beobachter machen würde, um alle Organe des Mechanismus und den Zweck, welchen sie zu erfüllen haben, zu studiren. Der Motor, welcher den Mechanismus belebt, soll demnach zuerst beschrieben werden, dann das Räderwerk, dessen Zweck darin besteht, die bewegende Kraft dem Regulator mitzutheilen und die Zeit auf Zifferblättern anzugeben. Die Hemmung, eine dem Anscheine nach sehr einfache, in der Wirklichkeit aber sehr komplicirte Vorrichtung, wird sodann folgen; sie hat den Zweck, die Wirkung des Motors auf den Regulator (Unruhe) abwechselungsweise zu unterbrechen und letzteren von dem ersten unabhängig zn machen; in dem Augenblicke, wo der Regulator seine Bewegung in der einen Richtung vollendet hat, kann jedoch der Motor wieder auf den Regulator wirken und ihm den zur Fortsetzung der Bewegung nöthigen Impuls geben. Endlich soll die Funktion des Regulators erklärt werden, dessen Schwingungen in einer gegebenen Zeit stattfinden müssen, welche als Einheit beim Messen der Zeit dient.

Aus der Konstruktion des Hrn. Robert wird man leicht Folgendes herausfinden: 1) ziemlich große Einfachheit im Vergleiche mit den früheren Konstruktionsarten; 2) daß diese Einfachheit erlangt ist, ohne der Regelmäßigkeit und Genauigkeit des Mechanismus im geringsten zu nahe zu treten; denn mehrere solcher Uhren wurden auf dem Observatorium in Paris der strengsten Probe unterstellt; 3) daß sie bei sehr kleinem äußern Volumen die Anordnung gestattet, die einzelnen Theile doch sehr groß zu machen; und endlich 4) daß das Ganze so eingerichtet ist, daß jedes der vier Hauptstücke, nämlich Motor, Räderwerk 2c., getrennt und von den andern unabhängig ist. Ueberhaupt ist alles überdacht und überlegt, um die Arbeit des Uhrmachers mehr zu beschleunigen und zu erleichtern, als dieß bei den gewöhnlichen Konstruktionsmethoden, besonders bei der englischen, der Fall ist.

Hauptanordnung. — Nimmt man den beweglichen Theil des Gehäuses (mouvement de la boîte) weg, so sieht man den Motor unter dem Stege P, Fig. 289. Zur Seite liegt die Hemmung, deren einzelne Theile aus Figg. 293, 294 und 295 im Grund- und Aufrisse zu sehen sind, ebenfalls unter drei einzelnen Stegen. Da das Federhaus nur durch den allein für dasselbe bestimmten Steg bedeckt ist, und alle Theile der Hemmung ebenfalls einzelne Stege haben, so kann jedes einzelne Stück, unabhängig von den übrigen, abgenommen und wieder aufgesetzt werden.

Das Sperrrad zum Aufziehen der Uhr ist ebenfalls während des größten Theiles der Zeit unbedeckt, wodurch man im Stande ist, sogar ohne die Uhr stille zu stellen, die Sperrvorrichtung zusammenzusetzen oder auseinanderzunehmen.

Diese Anordnungen machen die Arbeit des Ausputzens und Wiederherstellens und die Regulirung der Uhr leicht und schnell zu vollbringen.

Auf der andern Seite der Bodenplatte befindet sich das Räderwerk, welches blos aus drei Rädern besteht. Diese hatten früher vier besondere Stege, den für das Hemmungsgetriebe mit einbegriffen; Robert hielt es jedoch für einfacher, sie alle zusammen durch eine Platte zu ersetzen. Diese beiden durch drei Pfeiler mit einander vereinigten Platten bilden das Gestell der Uhr, was aus Fig. 296 zu sehen ist. Fig. 290 zeigt das Räderwerk nach Abnahme der kleinen Platte. Fig. 291 stellt das Zifferblatt mit den Rädern für das Zeiger- oder Meisterwerk dar.

Die Mitte des Zifferblattes fällt nicht mit der Mitte der Bodenplatte zusammen, weil, um das beste Verhältniß zwischen dem Motor und Regulator zu treffen, diese Excentricität nothwendig wurde. Außerdem hätte man der Bodenplatte die in Fig. 293 durch den Kreis d d d d angegebene Grenze geben müssen, wodurch unnützer Weise das Volumen der Uhr vergrößert worden wäre. Bei der angenommenen Größe sind die

Theilungen auf den Zifferblättern noch sehr leicht abzulesen, und das Gesammtvolumen der Uhr ist so klein als nur möglich.

Bei den Dimensionen des metallenen Gehäuses, welches die beweglichen Theile, das Gangwerk, in sich schließt, ist ebenfalls dafür gesorgt, daß kein Raum verloren gehe. Ebenso ist die Aufhängung so eingerichtet, daß an Platz erspart wird.

Von dem Federhause.

Das Federhaus A, Fig. 292, welches die Feder in sich aufnimmt, ist in Bezug auf die Form ebenso, wie die Federhäuser der im Handel vorkommenden Pendeluhren. Hr. Robert brachte aber folgende Abänderungen daran an. Die Federachse oder der Federstift B ist, statt cylindrisch, wie gewöhnlich, schneckenförmig gemacht, so daß sich das Ende der Feder zwischen den Haken c, Fig. 303 und den am weitesten vorspringenden Theil a an der Schnecke legt. Auf diese Weise rollt sich der zweite Gang der Feder besser auf die Achse auf, als wenn letztere cylindrisch gemacht wäre. Der Haken c besteht aus einem einfachen Stifte, welcher in ein Loch in der Achse paßt, das die in Fig. 303 angegebene Richtung hat.

Die Stellvorrichtung C für das Aufziehen ist die mit dem sogenannten Malteserkreuze, welche man heutzutage fast an allen Uhren anwendet, da sie die beste ist. Da jedoch in einer Schiffsuhr eine viel größere Kraft thätig ist, als in den Taschenuhren, so mußte man das Aufstoßen nach vollendetem Aufziehen und bei gänzlichem Ablaufen der Uhr, welches bei dem gewöhnlichen Systeme stattfindet, vermeiden. Deshalb wurde eine Schraube V auf dem Stellsterne, Fig. 284, angebracht, deren Kopf $1\frac{1}{2}$ Millimeter vorsteht. Ueber dem gewöhnlichen Stellfinger befindet sich ein zweite e, welcher so hoch ist, als der Kopf der Schraube V. Derselbe ist lang genug, daß er auf den Schraubenkopf drücken kann,

wenn man die Uhr ablaufen läßt. Fig. 299 zeigt denselben in Berührung mit dem Schraubenkopfe. Auf diese Weise geschieht die Stellung nach der Tangente, ohne daß die Kraft zerlegt wird, während bei der gewöhnlichen Stellvorrichtung ein bedeutender Seitendruck stattfindet.

Das Sperrrad f ist, wie die beiden Stellfinger, viereckig auf die Federachse aufgesteckt und mit einer cylindrischen Nabe versehen, welche sich in dem Stege P dreht und der Federachse als zweiter Lagerhals dient. Das Sperrrad liegt versenkt in dem Stege P, Fig. 289 und 292. Außerhalb des Steges ist auf die Federachse ein Röhrchen D, das in Fig. 292 im Durchschnitt dargestellt ist, ebenfalls viereckig aufgesteckt; der obere Theil desselben legt sich an den Boden des Gehäuses an und verhindert auf diese Weise das Eindringen von Staub 2c. in das Innere der Uhr.

Die Sperrklinke g, Fig. 292, ist aus einem Stück Stahlblech von 1½ Millimeter Dicke ausgearbeitet. Sie ist an der Seite des Stegs durch eine Schraube und 2 Stifte, die aus Fig. 292 zu sehen sind, befestigt. Das Ende derselben ragt etwas über den Steg vor, so daß sie hier erfaßt werden kann, um sie aus dem Rade auszuheben, wenn man die Uhrfeder abspannen will. Diese Sperrklinke ist nur eine Vereinfachung derjenigen, welche bei den gewöhnlichen Cylinderuhren gebräuchlich sind.

Räderwerk.

Die Achse des mittleren Getriebes geht durch die große Bodenplatte und dreht sich einerseits in dem Stege p, Fig 289; auf der Seite gegen das Zifferblatt aber in der Platte mit den Pfeilern. Das kleine mittlere Rad (kleine Bodenrad) dreht sich zwischen den beiden Platten; das Sekundenrad aber hat seinen oberen Zapfen in einer besonderen Platte F, welche die näm-

liche Dicke hat, wie der Ring b, Fig. 296. Aus Fig. 291 ist die Flatte F im Grundrisse punktirt zu sehen. Das Räderwerk für die Zeiger, welches aus Fig. 291 ebenfalls punktirt zu sehen ist, liegt zwischen dem Zifferblatte G und der Platte mit den Pfeilern P, Fig. 296. Der Zwischenraum zwischen beiden ist durch die Dicke des Ringes b bestimmt.

Hemmung.

Das Steigradgetriebe geht durch die große Bodenplatte und greift in das Sekundenrad ein. Es dreht sich in der Pfeilerplatte. Außerhalb des Uhrgestells trägt die Achse desselben das Rad unter dem Stege p′, Fig. 289. Die Hemmung, welche in Fig. 293 frei dargestellt ist, liegt zwischen der großen Bodenplatte und dem Stege p″. Die Unruhe H befindet sich zwischen der großen Bodenplatte und dem Bügel h, der in Fig. 289 im Grundriß und in Fig. 295 im Aufrisse dargestellt ist. Unter dem Bügel h befindet sich ein kleinerer i, Fig. 289 und 295. Der Kopf desselben ist offen, so daß die Platte oder der Ansatz, auf welchem die Unruhe (der Balancier) befestigt ist, frei hindurchgehen kann. Wird die Unruhe eingesetzt, so reicht es hin, daß ihr unterer Zapfen in das für ihn bestimmte Loch kommt; der Ansatz oder die Platte legt sich dann an den Kopf des Bügels i an, so daß das Ganze in seiner Lage erhalten wird, während man den Bügel h aufsetzt und an seiner Stelle befestigt.

Der Bügel oder Steg i, der den Namen Unruhhüter (garde-balancier) führt, macht das Herausnehmen der Unruhe und das Wiedereinsetzen leicht und sicher.

Steigrad.

Die Form des Steigrades J ist aus Fig. 293 ersichtlich. Man wird bemerken, daß die vordere Seite der Zähne sich nach der Linie q o richtet, die mit dem

Radius q n einen Winkel von 30° einschließt. Diese Neigung ist heutzutage am allgemeinsten angenommen; denn sie ist zum Ausheben günstiger, als wenn die vordere Seite des Zahnes nach dem Radius gestellt ist, und die Zerstörung des Rades wird dadurch vermieden. Damit das Steigrad leicht und doch stark dabei sei, ist es von unten hohl gedreht, wie dieß aus Fig. 294 zu sehen ist. Dieses so ausgedrehte Rad ist stärker und dabei weniger schwer, als das sogenannte englische Rad, und überdieß noch weniger schwierig auszuführen.

Den Halbkreis (cercle de levée) bildet eine Scheibe L, Fig. 293 und 294, welche auf die Unruhachse aufgepaßt und durch eine Schraube an dem Spindelansatze befestigt ist. Diese Scheibe hat einen Ausschnitt, wie dieses Fig. 293 zeigt, und trägt einen Rubin J, auf welchen die Steigradzähne abfallen, was dann der Unruhe den nöthigen Impuls giebt. Der Rubin, welcher einen Spindellappen bildet, schließt den nämlichen Winkel mit dem Radius des Hebkreises ein, welchen die Vorderseite der Steigradzähne mit dem Radius desselben bildet. Auf der Unruhachse und unterhalb der Scheibe L ist ein Stahlstück befestigt, Körper der Auslösung (corps du dégagement) genannt, welches bei K, Fig. 293 und 294, zu sehen ist. In einer Nuth, welche parallel zur Unruhachse aus demselben ausgearbeitet ist, ist ein Rubin befestigt, welcher Auflösefinger (doigt de dégagement) genannt wird und dazu bestimmt ist, auf die kleine Feder der Hemmung zu wirken. Die Stahloberfläche darf letztere jedoch nicht berühren.

Der Aufhälter M ist viel komplicirter, als die bisher beschriebenen Theile der Hemmung. Er befindet sich auf einer Achse m, Fig. 292 und 293, die zwischen der großen Bodenplatte P und dem Stege p'', Fig. 289, liegt. Der Haupttheil dieses Aufhälters ist ein flacher stählerner Hebel, welcher auf der Achse m befestigt ist und zwei Arme hat, wovon der eine gegen die Unruheachse hinsteht, der andere aber in entgegengesetzter Rich-

tung. Der erste trägt den kleinen Cylinder r, welcher auf die Hälfte seiner Dicke abgeplattet ist, wie dieß aus dem Grundriß, Fig. 293, und dem Aufriß, Fig. 294, zu sehen ist. Hr. Robert nennt diesen Theil des Aufhälters Steigradrast (repos de la roue), weil das Rad sich gegen denselben stützt, wie dieß sogleich erklärt werden soll. Dieser Hebelarm reicht beinahe bis zu dem Körper des Auslösefingers. Fig. 293 und 294 stellen ihn in zwei auf einander senkrechten Ansichten dar. Das Ende, welches gegen die Unruheachse zu steht, ist abwärts zu einem Winkel gebogen, so daß sich die kleine, goldene Feder, welche die Stelle des Geisfußes (pied de piche) vertritt, daran anlehnen kann.

Die kleine Feder s, Fig. 293 und 294, ist aus einem Stückchen Gold gemacht und an einem Ende rechtwinkelig umgebogen, so daß sie da die Platte s′ bildet. Diese ist mit einem Schlitze versehen, so daß man sie leicht unter den Kopf der Schraube einschieben kann (ohne jedesmal genöthigt zu sein, die Schraube ganz loszuschrauben), wenn nur der Kopf derselben ein wenig von dem Hemmungshebel entfernt wird. Die Feder hat an dem Aufhälter M ihren Stützpunkt; denn durch das Anziehen der Schraube ist sie fest mit dem Aufhälter verbunden. Das Ende s″ der kleinen Feder lehnt sich, vermöge ihrer Elasticität und der Weise, wie sie gesprengt ist, an den gebogenen Theil des Aufhälters an. Diesen Theil des Aufhälters nennt man Ruhe oder Rast für die kleine Feder (repos du petit ressort), weil sich dieselbe daran stützt und so ihre Lage beibehält.

Der andere Arm des Aufhälters dient dem ersten als Gegengewicht, um Gleichgewicht herzustellen, und auch dazu, die Bewegung des Aufhälters zu begrenzen, wenn er als ein Theil der Hemmung wirken soll.

Die Schraube t, Fig. 294, trägt einen goldenen Stift u, der excentrisch in der Schraube befestigt ist, so daß man durch Drehen der Schraube dem Aufhälter die nöthige Stellung geben kann.

Die Achse des Aufhälters trägt nahe an der Bodenplatte eine Spiralfeder, die in der Zeichnung nicht angegeben ist. Sie ist eben so auf derselben befestigt, wie es die Spiralfedern auf der Unruhespindel der gewöhnlichen Uhren sind. Das äußere Ende dieser Spiralfeder ist in einem Kloben fest, der mit der Bodenplatte vereinigt ist. Diese Feder dient dazu, den Aufhälter beständig an den goldenen Stift t anzudrücken.

Wirkungsweise der Hemmung.

Das Steig- oder Ankerrad wird durch den Motor veranlaßt, sich von y gegen z zu drehen. Es wird jedoch durch seine Rast r, die sich auf dem Aufhälter befindet, an dieser Drehung verhindert. Dreht sich die Unruheachse von 1 gegen 2, Fig. 294, so wirkt der Auslösefinger auf die kleine Feder s, welche sich in dieser Richtung gegen ihre Rast stützt, und entfernt die Steigradrast r von dem Steigrade. Letzteres wird dadurch frei und dreht sich. Der dem Spindellappen zunächst liegende Zahn fällt auf denselben ab und giebt der Unruhe so den nöthigen Impuls. Während dieser Zeit aber hat der Auslösefinger den Aufhälter verlassen und letzterer wieder seine frühere Stellung angenommen, so daß er sich wieder gegen den goldenen Stift t stützt. Die Radrast ist demnach auch wieder an ihrer Stelle, so daß sie den nächstfolgenden Steigradzahn auffängt. Ist die Unruheschwingung vollendet, so geht dieselbe in entgegengesetzter Richtung zurück, und der Auslösefinger verrückt den Aufhälter nicht, weil die kleine Feder nachgiebt und gleichsam einen Geisfuß oder Springkegel bildet. Nach Vollendung dieser Schwingung beginnt die erst beschriebene wieder 2c.

Die Kompensationsunruhe H ist, wie sie gewöhnlich angewandt wird; nur bestehen die Regulirmassen a′, a′ aus zwei Theilen, anstatt daß dieselben, nach der englischen Manier, durch einfache Messingschrauben gebildet werden. Auf kleine Stahlschrauben ist nämlich ein dicker

Kopf von Messing oder Platin befestigt. Auf diese Weise ist die Dauerhaftigkeit einer Stahlschraube, ihr gutes Schließen in der Mutter, und der Vorzug, welchen das Platin hat, mit einander vereinigt, wenn man letzteres anwenden will. Fig. 300 zeigt den Durchschnitt einer solchen Regulirmasse.

Die Spiral- oder Regulirfeder N, Fig. 295, ist an der Unruheachse durch den englischen Ring b′, Fig. 294, befestigt. Das Ende der Spiralfeder ist etwas gegen ihre Mitte zu eingebogen, dann durch das Loch in den Ring gesteckt und durch einen Stift daselbst festgehalten. Das andere Ende der Spiralfeder ist mit dem Stege der Unruhe durch einen Kloben verbunden, dessen Beschreibung nun folgen soll.

Man nennt dasjenige Stück, wodurch das Ende der Spiralfeder mit der Platte oder dem Stege verbunden ist, den Kloben; jedoch ist der von Hrn. Robert angewendete, in Beziehung auf seine Form, sehr von den gewöhnlichen verschieden. Damit die Spiralfeder gehalten wird, ohne im geringsten gebogen zu werden, wird ein stählerner Ring c′, der in Fig. 302 im Grundriß und vertikalen Durchschnitte zu sehen ist, auf der Drehbank verfertigt. Da die Spiralfeder einen innern Durchmesser von 9 Millimeter hat, so bekommt auch der Theil 2, 3 des Ringes einen äußern Durchmesser von 9 Millimetern. Die Spiralfeder kann demnach ohne irgend eine Biegung über diesen Theil des Ringes gelegt werden. Ein anderer Ring d′, von $\frac{3}{4}$ Millimeter Dicke, hat als innern Durchmesser den äußeren Durchmesser der Spiralfeder. Durch beide Ringe geht eine Schraube, welche den äußern an den innern andrückt. Wird nun die Spiralfeder zwischen d′ und 2 gebracht, so bleibt sie daselbst fest, wenn die Schraube angezogen wird. Die Ringe sind in 6 Theile getheilt, so daß sie gleichsam die Stelle von 6 einzelnen Kloben vertreten.

Die beiden Theile, welche den Zweck haben, die Spiralfeder einzuklammern, bilden gleichsam eine Zange, welche sich senkrecht auf die ebene Fläche c″ öffnet.

Ist derselben die nöthige Breite gegeben, so kann sich die flache Scheibe an dem innern Ringe auf den Unruhesteg auflegen. Hat man ihr nun die gehörige Stellung gegeben, so zieht man zwei Schrauben an, welche durch ein Plättchen e', Fig. 289, gehen, das über die Ringe gelegt ist, und befestigt so den ringförmigen Kloben an seinem Platze.

Stell- oder Aufhaltfeder.

In der Beschreibung der Wirkung, welche die Hemmung ausübt, wurde gesagt, daß, wenn die Triebfeder aufgezogen oder gespannt ist, das ganze Räderwerk durch das Steigrad aufgehalten wird, von dem ein Zahn sich gegen den Aufhälter stemmt. Sollte man nun mit dem Ende der Unruheachse gegen den Aufhälter stoßen, wenn man, z. B., die Unruhe abnehmen will, so könnte der Aufhälter ausgerückt werden, und das Räderwerk würde dann mit solcher Geschwindigkeit zu laufen anfangen, daß daraus großer Schaden entstehen könnte. Die Feder, welche nun bei f', f'', Fig. 295, zu sehen ist, liegt flach unter der Bodenplatte, gegen welche sie, vermöge ihrer Elasticität, drückt. Sie ist mit einem Stifte g' versehen, welcher durch die Bodenplatte hindurchgeht und sich zwischen die Zähne des Steigrades stellt, und zwar reicht derselbe bis zur halben Dicke dieser Zähne. Die Feder geht unter der Schraube vor dem Unruhebügel vorbei, und diese steht um ½ Millimeter über die Bodenplatte vor. Ist der Unruhebügel oder Steg an Ort und Stelle, und wird die Schraube desselben fest angezogen, so drückt sie auf die Federklinge, und zwar nahe an ihrem Befestigungspunkt, und entfernt sich um 1 Millimeter von der Bodenplatte. Hieraus geht nun hervor, daß, wenn man den Unruhebügel abschraubt, das Steigrad stille gestellt oder aufgehalten wird, und zwar so lange, als der Bügel nicht wieder aufgesetzt und festgeschraubt ist. Das messingene Gehäuse, in welches das Gangwerk eingeschlossen ist, ist in Fig. 297

im Dritttheil der natürlichen Größe abgebildet. Es besteht aus 4 Theilen: dem Ring b, b, in welchem das ganze Gestell, Fig. 296, liegt, aus dem Hauptkörper h′, h′, welcher ein Theil einer hart gegossenen Messingröhre ist, aus dem Fenster i′, i′, wozu ein Theil der nämlichen Röhre verwendet ist, und aus dem Boden O, welcher von Messing gegossen ist. In diesem Boden sind zwei Vertiefungen angebracht, welche aus dem Durchschnitte, Fig. 297, zu ersehen sind. Die eine ist koncentrisch zum Federhause und hat den Zweck, auf dieser Seite das Gehäuse leichter zu machen, da ohnedieß der größere Theil des Gewichtes der Uhr auf dieser Seite liegt; die andere steht dieser gerade gegenüber und ist mit Blei ausgegossen, um das Gehäuse ins Gleichgewicht zu setzen.

Die Befestigung des Gangwerkes in dem Gehäuse geschieht durch drei Riegel E, E′, E″, Fig. 289; sie bestehen aus einfachen, excentrisch geformten Scheiben. Die Dicke des Ringes, Fig. 297, ist bei b, b, b, Fig. 289, zu sehen. Haben die Riegel die bei E′ angezeigte Stellung, so ist das Gangwerk leicht in das Gehäuse zu bringen und wieder herauszunehmen. Giebt man denselben aber, nachdem das Uhrwerk in das Gehäuse eingesetzt ist, die durch E angedeutete Stellung, und zieht man die Schrauben an, so ist das Gangwerk in dem Gehäuse befestigt. Es versteht sich nun von selbst, daß in dem Ringe Vertiefungen angebracht sind, in welche die Riegel treten können. Auf diese Weise ist das Ausnehmen des Uhrwerkes aus dem Gehäuse und das Wiedereinsetzen desselben sehr erleichtert, und es kann rascher geschehen, als bei irgend einer andern Befestigungsmethode.

Bei dem von den Engländern angewandten Riegel, welcher den Zweck hat, die aufgehängte Uhr in ihrem Kasten zu fixiren, ist zu befürchten, daß er sich selbst verschiebe. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, befindet sich in dem Deckel des Kastens ein Stück, welches sich, wenn der Kasten geschlossen wird, an die durch

j', j', Fig. 298, bezeichnete Stelle legt und so den Riegel f verhindert, sich rückwärts zu bewegen, wenn man ihn vorgeschoben hat. Ist aber der Riegel zurückgezogen, und soll derselbe in dieser Lage bleiben, so kommt die andere Seite des Riegelkopfes in Berührung mit dem vorher besprochenen im Deckel angebrachten Stücke, so daß dann der Riegelkopf außerhalb j', j' liegt, in dieser Lage erhalten bleibt und die Aufhängung der Uhr nicht berührt, wenn sich auch der Riegel noch so leicht in seiner Fassung bewegen könnte.

Die Zapfen, um welche sich der Aufhängering dreht, sind aus den Enden zweier Schrauben gebildet, welche direkt in den hölzernen Seiten des Kastens befestigt sind, statt ihnen besonders eingelassene Muttern zu geben. Dieses einfache Mittel hat doch den Vortheil, daß der Deckel kleiner und leichter als gewöhnlich wird. Eine messingene Spange K', welche in zwei Schrauben eingehängt wird, von denen sich eine im Deckel, die andere im Kasten befindet, schützt den Deckel gegen das Umschlagen. Sie erhält den Deckel sicherer in seiner Lage, als gewöhnliche Stehbänder oder Stehscharniere, und ersetzt den bei Schreinerarbeiten gebräuchlichen Viertelkreis, welcher jedoch schwieriger anzuschlagen ist und mehr Platz wegnimmt.

Größenverhältnisse der Uhr.

Die Figg. 289, 290, 291, 292, 295 und 296 stellen die einzelnen Theile in natürlicher Größe dar, und wir wollen hier nur noch bemerken, was aus der Zeichnung nicht zu ersehen ist: das Federhaus hat 112 Zähne, und das mittlere Getriebe 14.

Der Stellstern gestattet 6½ Umdrehungen, wobei die Uhr 52 Stunden geht. Die drei übrigen Getriebe haben 12 Zähne, das große Bodenrad 96, das kleine Bodenrad 90, das Sekundenrad 96 und das Steigrad 15 Zähne. Die Unruhe macht 14400 Schwingungen. Ihr Gewicht muß wenigstens, die Regulir- und Kom-

pensationsmassen mit eingerechnet, 3,5 Grammen, aber nicht über 4 Gramme betragen.

Von dem Motor.

Jedermann kennt die sogenannte Schnecke, welche sich in jeder Spindeluhr befindet. Dieselbe ist eine der sinnreichsten Erfindungen in der Uhrmacherei und dient dazu, die Ungleichheiten der Triebfedern auszugleichen und auf den Regulator eine soviel als möglich gleichförmige Kraft überzutragen, obgleich die Feder beim Ablaufen nach und nach immer an Kraft verliert. Diese Schnecke gewährt jedoch bei weitem nicht die Vortheile, welche man auf den ersten Anblick von derselben erwarten möchte.

In Frankreich wird bei allen Uhren mit ruhender oder freier Hemmung, sowie bei den gewöhnlichen Pendeluhren, die Schnecke weggelassen und unter das Federhaus nur ein gewöhnliches, gezahntes Rad gelegt, welches sogleich in das erste Getriebe des Räderwerkes eingreift. Dieses letzte „gezahnte Federhaus" benannte System ist viel einfacher als das erste, und obgleich man zu schließen versucht sein möchte, daß durch die ungleiche Spannung der Triebfeder der Gang der Uhr ungleich werden müßte, so hat doch die Erfahrung gelehrt, daß das Umgehen der Schnecke keine nachtheiligen Folgen auf den Gang der Uhr äußert.

Leute, welche mit der Verfertigung von Schiffsuhren wenig vertraut sind, betrachten das gezahnte Federhaus als einen Motor, dessen Kraft von der ersten bis zur vierundzwanzigsten Stunde abnimmt, und glauben, daß diese Abnahme der Kraft die Ursache einer beständigen Störung im Gange der Uhr sein müßte. Erfahrene Uhrmacher jedoch machen diesen Einwurf nicht, denn sie wissen gar wohl, daß derselbe nicht gegründet ist. Ein Umstand scheint jedoch wirklichen Einfluß zu haben, nämlich das knäuelförmige Aufwickeln

(pelotonnement), welchem die Feder beim gezahnten Federhause in gewissen Fällen unterworfen ist.

Erster Einwurf. Abnahme der Kraft von der ersten bis vierundzwanzigsten Stunde.

Bei der Schifffahrt kommt es darauf an, daß der Chronometer täglich dieselbe Bewegung macht, da er alle 24 Stunden aufgezogen wird. Fände nun wirklich eine Verschiedenheit im Gange von der ersten bis zur vierundzwanzigsten Stunde statt, so würde doch die tägliche Bewegung des Chronometers richtig sein, da der Tag aus der nämlichen Summe von Zeitperioden zusammengesetzt ist. Wenn also kein anderer Grund vorhanden wäre, welcher eine Unregelmäßigkeit im Gange der Uhr verursachen könnte, als die Abnahme der Triebkraft, so würde die Uhr gut gehen, da die Kraftabnahme sich jeden Tag ganz gleichmäßig wiederholte. Man hat auch die Größe der Differenz, welche möglich ist, übertrieben, ohne daran zu denken, daß man in der Mechanik Mittel hat, den größten Theil dieser Ungleichheiten unschädlich zu machen. Eben so können die Nachtheile, welche aus der kleinen noch übrig bleibenden Ungleichheit hervorgehen könnten, noch verschwindend gemacht werden. Ueberdieß wird der erwähnte Einwurf von Uhrmachern, welche in der Verfertigung von Schiffsuhren erfahren sind, heutzutage nicht mehr gemacht, wenn dieselben auch noch die Schnecke anwenden.

Zweiter Einwurf. Knäuelförmiges Aufwickeln der Feder.

Das Verwickeln der Feder ist ein Hinderniß, ohne dessen Beseitigung kein Chronometer gute Dienste leisten kann. Dasselbe kommt bei dem gezahnten Federhause vor, aber nur dann, wenn das Federhaus und die Feder nicht so sind, wie sie sein sollen. Die von Herrn Robert gemachten Untersuchungen lehrten ihn, das gezahnte Federhaus und die Feder in ein solches Verhältniß zum Gange der Uhr zu bringen, daß er weder die Abnahme der Triebkraft von der ersten bis zur vierundzwanzigsten Stunde zu befürchten hat, noch das Ver-

wickeln der Feder. Deshalb mied er auch die Anwendung der Schnecke.

Von dem Stellsterne.

Wenn schon der Stellstern keinen Einfluß auf den Gang der Uhr hat, so ist es doch nicht unwesentlich, denselben so anzuordnen, daß die Arbeit des Uhrmachers erleichtert und dadurch beschleunigt wird. Die gewöhnliche Malteserkreuzstellung, welche bei Cylinderuhren angewandt wird, konnte für den vorliegenden Fall nicht zureichend sein.

Die Abänderungen, welche Herr Robert machte, haben den Zweck, die Stellung tangential zu bewirken, und nicht unter einem sehr stumpfen Winkel, wie dieß bei den Cylinderuhren der Fall ist, denn dadurch wird die Kraft zerlegt, und es entsteht eine beträchtliche Abstoßung der beiden Theile, woraus die Stellvorrichtung zusammengesetzt ist. Bei den Taschenuhren hat dieß nicht viel zu bedeuten, da der Schlüssel klein und die Uhrfeder nicht stark ist, und man überdieß die Gewohnheit hat, sie vorsichtig aufzuziehen, so daß aus diesen Gründen kein Bruch zu befürchten ist. Bei Chronometern hat man aber starke Schlüssel und wendet beim Aufziehen häufig mehr Kraft an, als nothwendig wäre. Würde demnach die Stellung nicht besonders eingerichtet, so hätte man Unfälle zu befürchten. Die Stellvorrichtung mit Rädern ist, so gut sie auch zu sein scheint, etwas unbequem, und man ging fast ganz von derselben ab. Ueberdieß ist sie auch komplicirter, als die Stellvorrichtung mit dem abgeänderten Malteserkreuze.

Von dem Steigrade.

Die in Fig. 293 abgebildete Form der Steigradzähne ist die passendste. Früher stellte man die vordere Zahnflanke nach dem Radius des Steigrades; eine lange Erfahrung hat aber gezeigt, daß in diesem Falle das

Rad keine große Dauer besitzt. Heutzutage nehmen fast alle Uhrmacher die angegebene Neigung des Zahnes an und weichen von derselben nur um einige Grade mehr oder weniger ab.

Die Aushöhlung des Rades auf einer Seite macht dasselbe so leicht, als wenn es auf beiden Seiten hohl gedreht wäre, wie dieß bei den bestausgeführten französischen Chronometern geschah. Die Methode, das Rad hohl auszudrehen, giebt demselben größere Leichtigkeit, als das englische Rad hat, und die Zahnflächen bleiben größer und stärker.

Von der Hemmung.

Zwei Hemmungssysteme sind von den Uhrmachern angenommen, nämlich die Stiftenhemmung und die Federhemmung. Hr. Robert zieht die Stiftenhemmung vor, weil dabei die Unruhe weniger Kraft äußern muß, um das Rad frei zu machen. Außerdem ist die Unruhe unter sonst gleichen Umständen freier und die Schwingungsbogen werden größer.

Die Uhrmacher, welche die Federhemmung anwenden, machten gegen die Stiftenhemmung öfters den Einwurf, daß die Reibung von zwei Zapfen mehr und die immer veränderliche Wirkung des Oels in diesen Zapfen den Widerstand der Unruhe veränderlich machen müssen, woraus eine Unregelmäßigkeit im Gange der Uhr folgen müßte. Eine langjährige Erfahrung zeigte indeß, daß die Stiftenhemmung diese Nachtheile nicht hat. Um dieß zu beweisen, reichen zwei Thatsachen hin:

1) Das Oel an den Zapfen der Hemmung erhält sich besser, als an irgend einem andern Theile der Uhr. Bei sehr langem Gange hat das Dickwerden des Oels an den verschiedenen beweglichen Theilen schon einen merklichen Einfluß auf den Gang der Uhr, während ein Zähewerden des Oels an den Hemmungszapfen noch kaum zu bemerken ist, so daß dadurch kein Widerstand entstehen kann.

2) Die Hemmungszapfen erleiden nie die Veränderungen, welchen die übrigen Zapfen des Räderwerkes unterworfen sind; deshalb büchsen auch geschickte Uhrmacher die Löcher für diese Zapfen nicht mit Steinen aus. Diese Erscheinung mag davon kommen, daß diese Zapfen auf eine von den Zapfen des übrigen Räderwerks ganz verschiedene Weise afficirt werden. Demnach besteht der Fehler, welchen man der Stiftenhemmung vorwirft, nämlich dem Zähewerden des Oels unterworfen zu sein, einestheils gar nicht, anderntheils hat diese Hemmung den großen Vortheil, die Unruhe freier zu lassen, als es die Federhemmung thut.

Unter andern Versuchen, um zu ermitteln, welches der beiden Hemmungssysteme das bessere sei, wendete Herr Robert beide bei zwei übrigens ganz gleichen Chronometern an und fand, daß die Schwingungsbogen der Unruhe bei der Stiftenhemmung größer waren, als bei der Federhemmung. Um über den Einfluß, welchen das Zähewerden des Oels äußert, urtheilen zu können, ließ er Uhren gehen, deren Hemmungen mit zähem Oele geschmiert waren; eben so machte er Versuche mit Uhren, deren Hemmungen nur so viel angefettet waren, daß der Rost abgehalten wurde. Nachdem Herr Robert während 10 Jahren abwechselungsweise beide Systeme von Hemmungen angewandt hatte, überzeugte er sich, wie wenig gegründet die Vorwürfe sind, welche man der Stiftenhemmung mit Drehungszapfen machte.

Von dem Spiralfederkloben.

Dieses für den guten Gang der Uhr nicht unwesentliche Stück muß mehreren Bedingungen entsprechen, welche bei den englischen Kloben nicht erfüllt sind. Der oben beschriebene hat alle Eigenschaften der guten französischen Kloben; er ist jedoch leichter zu handhaben, und das Abnehmen der Unruhe wird dadurch erleichtert; übrigens ist er auch viel einfacher und die Spiralfeder ist ebenso frei, als wenn sie durch Schrauben mit

Beilage befestigt wäre. Bei dem Reguliren von Uhren wird man finden, welche Vorzüge dieser Kloben vor andern gebräuchlichen Anordnungen von verschiedenen Konstruktionen hat.

Von der Unruhe.

Wenn auch die Unruhe in Beziehung auf die Form der englischen ähnlich sieht, so unterscheidet sie sich doch sehr davon hinsichtlich ihres Gewichtes. Diejenige des Hrn. Robert hat nicht $\frac{2}{3}$ des Gewichtes der englischen, und dennoch erhielt er damit die besten Resultate. Diese guten Resultate erhielt er dadurch, daß er die Kraft der Unruhe zu vergrößern suchte, und zwar nicht durch Vermehrung ihrer Masse, was immer Nachtheile mit sich führt, sondern dadurch, daß er die Wirkung der Räder auf die Unruhe begünstigte und dabei den Widerstand, welchen letztere zu überwinden hat, so klein als möglich zu machen suchte.

Bei der in Fig. 301 dargestellten Unruhe sind die 3 regulirenden Massen auf 3 kompensirenden Metallzungen angebracht und erfüllen zugleich den Zweck von Regulir- und Kompensationsmassen. Um jedoch die Kompensation vollständig machen zu können, können die 3 Schieber an einer beliebigen Stelle auf den Kompensationszungen verschoben werden. Um die Unruhe vollkommen so herzustellen, wie es nothwendig ist, reicht es hin, in dem Schieber ein mit einem Gewinde versehenes Loch anzubringen, in welches eine mehr oder weniger schwere Schraube eingeschraubt wird. Bei der Wahl der Form für die Unruhe vermied man, daß die Regulirmassen einen großen Theil der Gesammtoberfläche einnehmen, und suchte die Kompensationszungen so nahe als möglich zu dem Schwerpunkte der Massen zu bringen.

Verbesserungen an Chronometern und andern Uhren, worauf sich George Philcox, Chronometermacher zu Southwark, am 25. April 1846 ein Patent ertheilen ließ*).

Vorliegende Verbesserungen an Chronometern und andern Uhren bestehen in einer neuen Konstruktion der Feder, welche das Werk in Bewegung setzt. Der Zweck der Erfindung ist, einen an den gewöhnlichen Federn der Seeuhren haftenden Fehler zu rektificiren, welcher von der Ausdehnung und Zusammenziehung des Metalls in Folge der Temperaturveränderung in den verschiedenen Klimaten herrührt. Dieser Zweck wird dadurch erreicht, daß man die Chronometerfeder aus zwei Theilen herstellt, so daß, wenn eine der Federn oder ein Theil der Feder in Folge des Temperaturwechsels sich ausdehnt oder zusammenzieht, dadurch einiger Irrthum neutralisirt wird. Der Chronometer wird demnach, wenn seine Konstruktion sonst korrekt ist, in allen Klimaten und bei jeder Temperatur einen gleichförmigen Gang behaupten können.

Fig. 304 stellt eine doppelte Spiralfeder a und b in ihren Lagern im Aufrisse und Fig. 306 im Grundrisse dar. Die Feder ist mit ihrem äußeren Ende an den gabelförmigen Träger c und mit ihrem inneren Ende an eine adjustirbare Stange d befestigt, die an der Spindel e festsitzt. f ist die an dieselbe Spindel befestigte Kompensationsunruhe. Die Befestigungsweise der Feder tritt in dem abgesondert dargestellten Grundriß, Fig. 305, der Spindel und Feder deutlicher hervor.

Die Fig. 307 und 308 stellen die doppelte Spiralfeder im Aufrisse und die daran befestigte Kompensationsunruhe im Durchschnitte, und zwar während ihres Spiels, dar. In Fig. 307 sieht man den obern Theil der Feder a zusammengezogen, während der untere Theil

*) London Journal of arts, Dec. 1846, p. 717.

b ausgedehnt ist; in Fig. 308 ist der untere Theil b zusammengezogen, während der obere Theil ausgedehnt ist. Während nun die Unruhe schwingt, wirken die Elasticitäten beider Theile der Feder beständig einander entgegen und neutralisiren dadurch den Fehler, welcher in Folge der Temperaturveränderungen sonst entstehen würde.

Hutton's patentirte Verbesserungen an Chronometern und andern Uhren.

Die erste Verbesserung hat den Zweck, einen, allen Chronometern gewöhnlicher Konstruktion gemeinschaftlichen Fehler zu korrigiren, welcher unter dem Namen „Fehler in den Extremen der Temperatur" bekannt ist. Da Chronometer in allen geographischen Breiten in Gebrauch und mithin sehr hohen Temperaturen ausgesetzt sind, so ist es offenbar ein Gegenstand von hoher Wichtigkeit, diesen Fehler zu beseitigen oder möglichst zu vermindern. Hutton bedient sich zu diesem Zweck einer Hülfskompensation, welche, ohne die Unruhe zu hemmen, angesetzt und wieder abgenommen werden kann, die sich also eben so an guten alten, als wie an neuen Chronometern anbringen läßt. Die Konstruktion dieser Kompensation gründet sich auf das Princip, daß sich der Widerstand, welchen die Atmosphäre der Bewegung der Unruhe darbietet, nach Maßgabe des Steigens oder Fallens der Temperatur vermindert oder vermehrt, wodurch die Uhr in einem gleichförmigen Gange erhalten wird. In den Fig. 309, 310, 311, 313 und 314 stellen die ausgezogenen Linien Theile eines gewöhnlichen Chronometers, die punktirten Linien aber die zu Hutton's Hülfskompensation gehörigen Theile dar.

Fig. 309 ist ein Grundriß des Chronometers, wobei wir annehmen, die Vorderseite sei abwärts gewendet; Fig. 310 ein Querschnitt des über der obern Platte I des Gangwerkes befindlichen Theiles nach der Linie v w.

A A ist ein Metallthermometer, bestehend aus einem Messing- und Stahlstreifen, welcher mittels zweier Schrauben a a mit dem einen Ende an dem Fuße des Trägers J befestigt ist. Fig. 311 stellt einen abgesonderten Grundriß dieses Thermometers dar. B ist ein kleiner mit einer Adjustirschraube b versehener Kloben, welcher an dem freien Ende des Thermometers A befestigt ist; die Fig. 314 und 315 zeigen diesen Theil im Grundriß und Durchschnitt. C ist ein flacher, gleichfalls an dem freien Ende des Thermometers befestigter Rubin; D D ein leichter, die Unruhe umgebender Deckel aus Buchsbaumholz, dessen Theil von n bis o ausgeschnitten ist, um dem Träger B und der Unruhfeder freien Spielraum zu gestatten. Das Innere dieses Deckels bildet den Luftraum der Unruhe; derselbe ist mittels zweier Arme d d an einem Theile e befestigt, welcher an dem festen Ende F F des Thermometers A festsitzt. An den Punkten f, f sind diese Arme weit dünner, als an jeder andern Stelle; auch sind dieselben ausgeschnitten, damit der Deckel an diesen Punkten den Mittelpunkt seiner Bewegung haben kann. G, G, G ist ein dreiarmiges, an den Armen d, d befestigtes Querstück und g eine Regulirungsschraube; H ein an dem äußersten Ende des mittleren Armes des Querstückes G befestigter Rubin. Die Fig. 312 und 313 sind ein Grundriß des Deckels und seines unmittelbaren Zubehörs. Der Theil B mit seiner Regulirungsschraube b befindet sich, wie aus den Abbildungen zu entnehmen ist, auf der einen Seite des Centrums der Bewegung f des Deckels D, während sich der die Regulirungsschraube g führende Theil des Querstücks G auf der andern Seite desselben befindet.

Die Wirkungsweise des Apparates ist daher folgende: Zuerst ruht der Deckel auf der oberen Platte I und schließt die Unruhe ein. Wenn nun die Temperatur steigt und das freie Ende des Thermometers sich ausdehnt, so hebt der Rubin C, indem er mit der Spitze der Regulirungsschraube g in Berührung kommt, allmälig den Deckel von der Unruhe ab, giebt dadurch

der die Unruhe umgebenden Luft freieren Spielraum und vermindert folglich den der Bewegung der Unruhe dargebotenen Widerstand der Luft. Sinkt dagegen die Temperatur, und zieht sich das freie Ende des Thermometers zusammen, so kommt die Spitze der Regulirungsschraube b des Theiles B mit dem Rubin H in Berührung; dieser hebt wieder den Deckel und veranlaßt eine entsprechende Verminderung des der Bewegung der Unruhe dargebotenen Widerstandes.

Die zweite Erfindung Hutton's hat den Zweck, den aus den Aenderungen in der Dichtigkeit der Atmosphäre resultirenden Fehler an astronomischen und andern Uhren zu korrigiren. Er bedient sich hierzu eines Barometers, bei welchem das Steigen oder Fallen des Quecksilbers als Triebkraft dient, um den Luftraum des Pendels je nach der Zu- oder Abnahme des barometrischen Druckes zu erweitern oder zu verkleinern. Dieses geschieht auf die in Fig. 316 dargestellte Weise.

A, A, A stellt einen Theil vom Innern des Gehäuses einer astronomischen Uhr dar, dessen unterer Theil der Luftraum des Pendels genannt werden mag. Die Barometerröhre a, a ist an einer Seite des Gehäuses befestigt. B ist ein Kolben oder Schwimmer, an welchem eine leichte Stange b befestigt ist, an deren oberem Ende sich eine Friktionsrolle befindet. F F ist ein Theil, welcher den Zweck hat, der Luft einen Widerstand darzubieten; derselbe besteht aus einer ebenen Fläche, welche mittels Federstangen R, R von einem an der Rückseite des Gehäuses angebrachten Träger herabhängt, wie aus der Seitenansicht, Fig. 317, deutlicher erhellt. Eine an dem oberen Theile der Platte F befestigte glatte geneigte Ebene e befindet sich in einer solchen Lage über dem kurzen Schenkel des Barometers, daß das Röllchen E der Kolbenstange, wenn diese in die Höhe steigt, gegen die geneigte Ebene anschlägt. Die bei f f an den Hängstangen R, R befestigten Federn haben den Zweck, die Platte F am Anfang in die

Lage g zu ziehen; sobald nun aber das Quecksilber und mit ihm die Kolbenstange steigt, drängt das Röllchen E der letzteren die geneigte Ebene nach außen, wodurch die genannte Platte allmälig der Platte g^2 sich nähert und dadurch den Luftraum des Pendels vermindert. Beim Sinken des Quecksilbers findet das Entgegengesetzte statt.

Eine andere Methode, die Veränderungen in der Dichtigkeit der Atmosphäre bei Pendeluhren zu kompensiren, besteht darin, daß der Erfinder, anstatt den Luftraum des Pendels zu erweitern oder zu verengern, die Pendelfläche verkleinert oder vergrößert, so daß der Pendel, je nach dem Barometerstande der Luft, einen geringeren oder größeren Widerstand darbietet.

Eine weitere Verbesserung besteht in einem an die Unruhen der Chronometer zu befestigenden Kompensationsring. A^1, A^2, Fig. 318, sind die Arme dieses Ringes, welcher auf die Unruhspindel geschoben wird; B die Büchse; D^1, D^2 sind zwei zusammengesetzte Metallstücke, von denen jedes aus einem Stahlstreifen E und einem Messingstreifen F besteht. Jeder dieser Theile D^1, D^2 ist mit dem einen Ende an einem der Arme A^1, A^2 befestigt, während sein freies Ende, je nach den Veränderungen der Temperatur, sich nach außen ausdehnt, oder nach innen zusammenzieht. G^1, G^2 sind zwei dicht an den festen Enden D^1 und D^2 angebrachte Rahmen. Zwischen diesen Rahmen sind die Klappen H^1, H^2 angebracht, welche anfangs ihre flache Seite rechtwinkelig zur Richtung der Oscillation darbieten, wie Fig. 318 zeigt; und in dieser Lage greift der Bolzen a, Fig. 319, einer kleinen, an dem unteren Ende der Klappenspindeln angebrachten Kurbel in einen an den freien Enden der Theile D^1, D^2 angebrachten Schlitz; die Kurbel der Klappe H^1 greift in den Schlitz von D^2 und die Kurbel der Klappe H^2 in den von D^1. Da sich die Enden D^1 und D^2 entweder einwärts oder auswärts biegen, so erfahren die Klappen eine entsprechende Drehung, bieten nun der sie umgebenden Luft in der

einen oder der andern Richtung einen geringen Widerstand dar und bewirken dadurch einen gleichförmigen Gang.

Rieussec's Chronograph*).

Das sinnreiche Instrument, welches man Chronograph nennt, ist seit einiger Zeit so vielfach in Anwendung gekommen und wird künftig in den Experimentalwissenschaften eine so wichtige Rolle spielen, daß man dem Erfinder, Hrn. Rieussec, nicht darum verdenken kann, wenn er sein unbestreitbares Recht auf diese Erfindung von der Gesellschaft zur Beförderung der Nationalindustrie förmlich anerkannt zu sehen wünscht.

Schon vor langer Zeit, im September 1821, verfiel Herr Rieussec, Uhrmacher zu Saint-Mandé bei Paris, auf den glücklichen Gedanken, die Zeit, welche Rennpferde zum Zurücklegen der abgesteckten Distanz verwenden, mittels eines eigenen Instruments genau zu messen, welches er Chronograph nannte und das vom Präfekten und der Jury der Wettrennen für ungemein zweckmäßig erkannt ward.

Die Beschreibung dieses sinnreichen Apparats findet sich in einem dem Institute vorgelegten Berichte von de Prony und Breguet, demzufolge die Akademie der Wissenschaften in ihrer Sitzung am 15. Okt. 1821 der Erfindung des Hrn. Rieussec ihre Billigung zuerkannte.

Ein Instrument, für welches so unverwerfliche Zeugnisse sprachen, mußte die Aufmerksamkeit der fremden Künstler erregen, und wirklich fertigte schon im December 1821 ein englischer Mechanikus, Hr. Faton, ein ähnliches Instrument an, das indeß von dem des Hrn. Rieussec so wenig abwich, daß dieser sich von dem englischen Nachahmer leicht das Recht der Priorität attestiren lassen konnte.

*) **Bulletin de la Société d'encouragement. Avril 1845.**

Am Chronographen erkennen wir einestheils eine sehr sinnreiche Grundidee und anderntheils eben so sinnreiche Mittel der Ausführung dieser Idee. Beides, Idee und Ausführung, gehört Herrn Rieussec an. Die Grundidee, auf welcher alle seitdem angefertigte ähnliche Instrumente beruhen, besteht darin, daß in dem Augenblicke, welchen der Beobachter als den richtigen erfaßt, auf eine Oberfläche ein Zeichen gemacht wird; z. B. durch einen sich fortwährend bewegenden Zeiger ein Tintenpunkt auf ein Zifferblatt, oder durch einen Stich mittels einer über demselben Punkte verharrenden Nadel in eine sich gleichförmig drehende Papierscheibe 2c.

Die Ausführung dieser Idee bot mancherlei Schwier gkeiten dar. Die Thätigkeit des Beobachters mußte augenblicklich auf den Zeiger übertragen werden, ohne letzteren in seinem Gange aufzuhalten; die Markirung mußte von der größern oder geringern Raschheit, mit der der Beobachter seine Beobachtungen aufnahm, unabhängig geschehen; die Dauer der Beobachtung mußte genau von dem Zeitpunkte an, wo sie begann, bis zu dem, wo sie aufhörte, sicher angezeigt werden; kurz, der aufgetragene Punkt oder der Stich mußte vollkommen scharf und rund sein und durfte durch die drehende Bewegung des Zeigers oder der Scheibe nicht betheiligt werden, was der Fall gewesen wäre, wenn die Bewegung des die Marke bewirkenden Instruments nicht um Vieles rascher gewesen wäre, als die drehende Bewegung des Zeigers.

Alle diese Schwierigkeiten hat Hr. Rieussec ungemein glücklich überwunden und ist durch einen äußerst einfachen Mechanismus zur Lösung seines Problems gelangt.

Ein Uhrwerk, das mit einer Cylinder- oder Ankerhemmung versehen ist, ertheilt einem Sekundenzeiger eine gleichförmige, wiewohl, je nach der Zahl der Schwingungen der Unruhe, etwas ruckweise stattfindende drehende Bewegung. Dieser Zeiger ist doppelt, indem er aus zwei übereinander liegenden Nadeln besteht. Die

untere ist an der Spitze mit einem unten durchbohrten kleinen Behälter versehen, in welchem sich die Tinte befindet, die, trotz des Loches, vermöge der Adhäsionskraft nicht ausläuft. Die obere Nadel endigt in eine gebogene, in den Tintenbehälter eintauchende Spitze, welche nach dem Willen des Beobachters tiefer getrieben werden kann, so daß sie mit dem Zifferblatte oder der Scheibe des Chronographen in Berührung kommt. So oft dieß geschieht, ertheilt sie der Scheibe einen Punkt.

Die Uebertragung der Bewegung des Fingers des Beobachters auf die obere Nadel des Zeigers wird durch folgenden Mechanismus vermittelt. Auf der Achse, welche den doppelten Zeiger trägt, befindet sich ein Rohr, dessen oberes Ende an der oberen Nadel des Zeigers befestigt ist, während sich an dem anderen Ende ein Scheibchen befindet, auf welches eine Schnellfeder, sobald sie ausgelöst wird, einwirkt. Zum Anspannen der Feder dient ein außen angebrachter Drücker, auf den langsam oder schnell eingewirkt werden kann, ohne daß dieß auf den Zeiger Einfluß hat, weil die Feder nur im Augenblicke ihrer Auslösung zu dem Zeiger in Beziehung tritt. Diese Auslösung findet aber in dem Augenblicke statt, wo die durch den Druck des Fingers an der Seite einer kleinen geneigten Ebene emporgeschobene Feder den Gipfel dieser Ebene erreicht, wo sie sich dann von selbst auslöst, indem sie an der entgegengesetzten schiefen Fläche hinabfährt. Bei diesem Hinabgleiten, dessen Geschwindigkeit lediglich durch die Elasticität der Feder bestimmt wird, geschieht das Auftragen des Punktes auf die Scheibe vermittelst der Spitze der oberen Nadel des Zeigers. Dieser Theil des Zeigers senkt sich, ohne daß die untere Nadel in ihrer Drehung gehemmt wird, und beide Theile bleiben, während des Hinabfahrens der Spitze der oberen Nadel durch den Tintenbehälter, in ununterbrochener drehender Bewegung. Dieß begreift sich, wenn man bedenkt, daß das mit dem oberen Theile des Zeigers in Verbindung stehende Rohr an seiner Basis mit einer kreisförmigen Platte oder

Scheibe versehen ist, auf welche die Spitze der Feder jederzeit einwirken kann, welche relative Stellung die Zeiger auch im Augenblicke der Auslösung der Feder zu dieser gerade haben mögen. Diese mechanische Einwirkung nennen die französischen Uhrmacher sehr passend den Peitschenhieb (coup de fouet).

Herr Rieussec und dessen Nachahmer haben noch andere mechanische Vorrichtungen zur Erlangung desselben Zweckes erfunden; indeß bieten diese im Vergleich mit der ursprünglichen Einrichtung des Instrumentes keine besonderen Vortheile, ja zum Theil erhebliche Nachtheile dar. Dieß gilt indeß nicht von der sinnreichen Idee, die Funktion des Chronographen durch die Unterbrechung eines elektrischen Stromes zu bewirken. Indeß müssen wir bemerken, daß diese Form des Instrumentes, welche ungemein winzige Zeitbruchtheile zu markiren gestattet, falsche Anzeigen geben würde, wenn man nicht wegen der zur Unterbrechung und Wiederherstellung des elektrischen Stromes gehörenden Zeit eine Korrektion eintreten ließe, da diese Operationen, wegen der dabei in Thätigkeit tretenden inducirten Elektricität, nicht so rasch bewirkt werden können, als man anfangs glaubte.

Der Chronograph wird gegenwärtig nicht nur bei Wettrennen angewandt, sondern ist bei allen Experimenten, wo es auf genaue Bestimmung der Dauer einer Erscheinung ankommt, ein unentbehrliches Hülfsmittel.

Vollständige Beschreibung des Chronographen.

Die ersten von Herrn Rieussec im Jahr 1821 gelieferten Chronographen, auf welche er unterm 9. März 1822 ein Erfindungspatent auf 5 Jahre löste, und die in der Description des Brevets, Vol. 13, p. 298 beschrieben sind, besaßen eine sich drehende Scheibe, deren Zahlen nach einander mittels eines Fensterchens zum Vorschein kamen. Ein mit Tinte befeuchteter Metallstift, welcher durch das Drücken auf einen Knopf in Thätig-

keit gesetzt wurde, zeigte auf dem sich drehenden Zifferblatte an, welcher Sekunde oder welchem Bruchtheile einer Sekunde der Anfang oder das Ende des zu messenden Zeitraumes entsprach.

Herr Rieussec änderte diese Einrichtung ab, indem er das Zifferblatt unbeweglich machte und den Zeiger sich drehen ließ, wie wir es gleich näher beschreiben werden. Diese neue Einrichtung war der Gegenstand eines Patents auf 10 Jahre, das im Jahre 1837 gelöst wurde.

Hr. Rieussec fertigt gegenwärtig zwei Arten von Chronographen an. Die einen sind ziemlich groß und befinden sich in einer Kapsel, die andern haben die Form einer gewöhnlichen Taschenuhr. Wir wollen zuvörderst die erstern beschreiben.

Fig. 320 stellt den Chronographen von oben gesehen und außerhalb seiner Kapsel in seiner wirklichen Größe; Fig. 321 im Profil; Fig. 322 von unten und so dar, daß man den Mechanismus sieht, mittels dessen die Unruhe angehalten und ausgelöst wird. Fig. 323 zeigt das Innere des Gehäuses des Instrumentes, so daß der Mechanismus der Auslösung erkennbar wird, mittels deren der Zeiger markirt. Fig. 324 der Secundenzeiger, welcher aus zwei über einander liegenden Nadeln besteht, im Profil und von oben gesehen.

Dieselben Buchstaben bezeichnen in allen Figuren dieselben Theile.

A Platte des Zifferblattes, B und C das Gehäuse des Uhrwerks.

a, Fig. 321, Federhaus; b viereckiger Zapfen zum Aufziehen des Uhrwerks; c gezahntes Rad am Federhause, welches in das Getriebe d eingreift, auf dessen Achse das Rad e sitzt, welches das Getriebe e′ des Sekundenrades f bewegt. Dieses Rad greift in das Getriebe g des Hemmungsrades h ein. i, Fig. 322, Unruhe; k unteres Spindellager; l, Fig. 320, ein kleiner Zeiger, welcher sich über einem in fünf Segmente getheilten Zifferblatte in fünf Minuten ein Mal herum-

dreht. m die obere Nadel des Sekundenzeigers, welche sich ruckweise bewegt und im Lager m′, Fig. 321, liegt. Ihre gekrümmte Spitze n, Fig. 324, taucht in ein Näpfchen o ein, welches sich am Ende der untern Nadel desselben Zeigers p befindet, die auf dieselbe Achse aufgesetzt ist. Das Näpfchen enthält etwas rothe Tinte, welche dicklich genug ist, daß sie nicht aus dem Loche, das sich im Boden desselben befindet, auslaufen kann. Die mit Tinte gefärbte Spitze des Zeigers m wird durch dieses Loch getrieben und markirt im Augenblicke des Anfanges und des Endes der Beobachtung einen Punkt auf dem Zifferblatte, sobald man auf den Knopf q drückt. Diese Bewegung geschieht auf folgende Weise:

Die Achse oder Spindel des Knopfes q ist mit einer schiefen Ebene r versehen, die, indem sie sich abwärts bewegt, an einem Röllchen s hingleitet, das in einem rechtwinkelig geknickten Stücke t, Fig. 323, sitzt, welches sich auf einem Zapfen u schwengelartig bewegt. Auf den kürzern Arm dieses Winkelhakens drückt eine Feder u′; an den längern ist eine Feder v befestigt, deren Kopf gegen einen Zapfen x drückt, der auf einem festen Stege angebracht und umgekehrt kegelförmig zugeschnitten ist, so daß der Kopf nicht von demselben abgleiten kann, wenn diesen Theilen plötzlich eine zu starke Bewegung mitgetheilt würde. Jedesmal, wenn der Winkelhaken schwingt, gleitet die Feder ab und veranlaßt das Markiren des Zeigers, indem sie einem Ansatze y begegnet, der sich an der Gabel z befindet, die aus einem Stück Uhrfeder besteht. Diese Gabel umfaßt das Rohr des Zeigers m und schiebt dasselbe aufwärts, so daß die Spitze des Zeigers durch das Näpfchen o fährt und einen Punkt auf das Zifferblatt macht. Während dieser Bewegung fährt der Zeiger fort, sich zu drehen.

a′ ist ein an der Spindel des Zeigers sitzendes Getriebe, welches in das Rad b′ einsetzt, das sich binnen 5 Minuten ein Mal herumdreht und den kleinen Zeiger l trägt.

Um die Bewegung zu hemmen und sie dann wieder in Gang zu bringen, drückt man auf den Knopf c. Die Achse dieses Knopfes, deren Ende eine schiefe Ebene bildet, gleitet, indem sie hinabsteigt, an einem Röllchen hin, welches an einem Arme sitzt, der auf der Achse des Aushebers d′ befestigt ist, welcher an seinem Ende mit einem Geisfuße versehen ist. Diese Achse dreht sich und bewegt zugleich den Ausheber, so daß dessen Kopf gegen den Stern e″ drückt und diesen, so wie die auf dessen Achse sitzende dreilappige Schnecke f′, um einen Zahn vorwärts treibt. In dieser durch Fig. 322 erläuterten Stellung hat der Schneller oder Vorfall g′ in einen der Lappen der Schnecke eingesetzt und die an ihm sitzende Feder h′ sich gegen die Unruhe gelegt und diese, sowie den Sekundenzeiger, angehalten. Drückt man nun von Neuem auf den Knopf c′, so treibt der Ausheber den Stern abermals um einen Zahn vorwärts und führt einen Lappen der Schnecke gegen den Vorfall, so daß dieser zurückgedrängt wird, während dessen Feder zugleich von der Unruhe entfernt und diese frei wird. Wenn man also durch einen Druck auf den Knopf c′ den Zeiger zum Stillstand gebracht hat, so kann man sie durch einen zweiten Druck auf den Knopf wieder in Gang bringen.

Bevor man die Beobachtung beginnt, stellt man die Zeiger auf den Nullpunkt des Zifferblattes, drückt auf den Knopf c′ und setzt sie dadurch in Bewegung. Um den Zeitpunkt des Anfangs der Beobachtung genau zu markiren, drückt man auf den Knopf q, und alsbald fährt die gekrümmte Spitze der obern Nadel des Zeigers durch das Näpfchen und macht auf das Zifferblatt einen rothen Punkt.

Die zum Speisen des Näpfchens o der Nadel p bestimmte Tinte befindet sich in einer Kapsel i′ in welche sich die Spitze eines Knopfes j′ einsenkt; wenn man diesen herauszieht, so bleibt ein wenig Tinte an der Spitze hängen, welche man in das Näpfchen einträgt.

Taschenchronographen.

Von diesen Chronographen, welche die Form einer gewöhnlichen Taschenuhr haben, fertigt Hr. Rieussec zwei Arten, die eine mit doppelter, die andere mit einfacher Bewegung an.

Fig. 325 stellt einen Chronographen mit doppeltem Räderwerk; Fig. 326 denselben von unten mit beseitigtem Unterhalte des Gehäuses dar, so daß das Räderwerk sichtbar ist. Fig. 327 zeigt den andern Chronographen mit einfachem Räderwerk, bei welchem das Stunden- und Minutenzifferblatt *) nicht koncentrisch sind; Fig. 328, innere Ansicht desselben; Fig. 329, Bodenplatte desselben, wo man die Feder sieht, welche den Drücker zurückhält; Fig. 330, Sekundenzeiger mit dem Mechanismus des Markirens oder Punktirens, im vergrößerten Maßstabe; Fig. 331 und 332 dieselben Theile in ihrer wirklichen Größe, im Grund- und Aufrisse gesehen, nebst dem Räderwerke, das den Zeiger in Bewegung setzt; Fig. 333 und 334, das Federhaus des Chronographen und dessen Rad im Grund- und Aufrisse; Fig. 335, Punktirfeder, von oben und im Profil gesehen; Fig. 336, Anhaltefeder des Zeigers im Grund- und Aufrisse.

Ohne uns bei der Beschreibung der verschiedenen Theile dieser Chronographen aufzuhalten, welche denjenigen der Uhren mit Cylinderhemmung gleichen, werden wir nur bei denjenigen verweilen, welche den Anhalte- und Markirapparat bilden, indem dieselben von den weiter oben beschriebenen abweichen.

k', Fig. 330, ein Zahnrad, welches den Sekundenzeiger treibt; l' das Rohr der Nadel p, welches fest auf das Rohr m'' der Nadel m aufgeschoben ist, so daß es sich mit ihm dreht; n' Achse der Nadel, welche durch

---

*) Soll wohl heißen: das Minuten- und Sekunden-Zifferblatt.

das Rohr m'' geht; o' Getriebe, welches an dem Rade k' befestigt ist und sich frei auf dem Rohre m'' dreht, wenn die kleine konische Ausladung p', welche daran befestigt ist, nicht durch eine andere unmittelbar darunter liegende und an einem Rohr r' befestigte Ausladung oder Scheibe von unten nach oben gedrückt wird. Dieser Druck wird durch eine Feder s', Fig. 336, bewirkt, deren gekrümmtes Ende die auf dem Rohre r' sitzende Scheibe t' faßt und das Getriebe mit dem Zeiger zusammenschließt, so daß dieser seine Drehung fortsetzt. Sobald man ihn aber anhalten will, drückt man die Platte q' nieder, welche, da sie nicht mehr gegen die Ausladung p gedrückt wird, das Getriebe vom Zeiger frei macht. Zu diesem Ende braucht man nur an einem Riegel u zu schieben, der sich im Umkreise der Uhr befindet (siehe Fig. 326), und welcher auf das krumme Hintertheil der Feder s einwirkt; wenn diese Feder aufhört, gegen die Scheibe t zu drücken, so steigt diese nieder; alsdann dreht sich das Getriebe auf seinem Rohr und kann den Zeiger nicht mehr mit herumführen.

Zur Bewirkung des Markirens oder Punktirens drückt man auf den Drücker v', welcher die Feder x', welche in Fig. 335 abgesondert dargestellt ist, unter die Gabel y', Fig. 328, schiebt, die das Ende der Spindel n' umfaßt. Diese Gabel ist unten mit einem schief zulaufenden Knopfe versehen, unter welchem die Feder hinstreicht, so daß die Gabel gehoben, die Spindel n' in die Höhe geschoben und die Spitze der Punktirnadel niedergetrieben wird. Die Feder streicht so geschwind unter dem Knopfe der Gabel weg, daß sie einen sogenannten Peitschenhieb bewirkt. Diese Feder x' stützt sich auf einen im Stege z' befestigten Stift, und wenn sie auf die andere Seite der Gabel gestrichen ist, begegnet sie einem andern Stifte, welcher sie in ihrer Bewegung beschränkt (s. Fig. 328).

Funfzehntes Kapitel.

Wie hat man alle Theile einer Uhr zu untersuchen, die reparirt werden soll, nach P. Gaudron *).

Viele Uhrmacher haben die Gewohnheit, wenn sie eine Uhr repariren wollen, damit anzufangen, das ganze Werk auseinander zu nehmen und dann die einzelnen Theile nach einander zu untersuchen. Dabei begehen sie aber einen doppelten Fehler, indem sie nämlich erstens viel Zeit verlieren, was bei Befolgung des Verfahrens, welches wir jetzt beschreiben wollen, vermieden wird, und indem sie zweitens auf diese Weise gewisse Mängel nicht bemerken, die man vor dem Zerlegen des Werkes leichter und besser entdecken kann, indem man entweder die Lage jedes Rades und des von ihm geführten Getriebes untersucht, oder den Zug der Triebkraft ins Auge faßt, oder auch entdeckt, daß manche Zapfenlöcher ein mehr oder weniger verdicktes Oel enthalten. Daraus ergiebt sich aber, daß man keineswegs die Untersuchung einer Uhr mit der Zerlegung derselben beginnen dürfe,

*) Moinet, Traité d'horlogerie. Part. I, chap. V, p. 219.

sondern so viel wie möglich den Zustand der einzelnen Theile und ihre Beziehungen zu einander erst untersuchen müsse, ehe man sie zerlegt und ausputzt. Man setzt sie hierauf wieder zusammen und bringt sie in ihr Gehäuse, um eine abermalige Untersuchung des ganzen Werkes vorzunehmen.

Es giebt für diese Methode mehre Gründe: Nichts ist nämlich belehrender für den Lehrling in Bezug auf die Lage der Theile zu einander, und man bedarf guter Reparirer, welche auf diesem Wege gebildet werden können, weil sonst die besten Uhrwerke verdorben werden. Manche Uhrmacher haben das Vorurtheil, daß das Ausbessern der Uhren der geringfügigste Theil ihrer Kunst sei, während es doch leicht zu beweisen ist, daß die Ausführung des Gangwerkes häufig nur eine maschinenartige Nachahmung und folglich eine äußerst beschränkte Arbeit sein kann; daß selbst das Abgleichen, wodurch die letzte Hand ans Werk gelegt wird, im Grunde nur einen etwas höheren Grad von Kapacität erheischt, weil dadurch die einzelnen Theile nur adjustirt werden, um die gegenseitigen richtigen Verhältnisse derselben vollständig herzustellen; endlich läßt es sich auch leicht darthun, daß der geschickte Reparirer der ausgezeichnetste Künstler sei, denn wenn eine ganz abgeglichene Uhr ins Stokken kommt, so gehört in der That weit mehr theoretische Kenntniß, Erfahrung und Scharfsinn dazu, um die Ursache des Fehlers zu beurtheilen, und außerdem noch eine geschickte Hand, um die Uhr gut zu repariren.

Wir legen keinen zu großen Werth auf die äußere Untersuchung des Uhrgehäuses, und dennoch ist es das erste, was der kluge Künstler vornimmt, dem man nur zu häufig die Folgen der Ungeschicklichkeit zu verbergen sucht. Es ist ganz natürlich, daß er vor dem Oeffnen des Gehäuses nachsieht, ob die Uhr keinen Fall oder Stoß oder äußeren Druck, der augenfällig ist, erhalten habe. Beim Oeffnen wird er z. B. nachsehen, ob das Uhrglas nicht dergestalt aufs Zifferblatt drücke, daß eine Verschiebung oder ein Zerbrechen desselben zu befürchten

steht, oder das Schließen des Uhrglasringes behindert wird. Er sieht ferner nach, ob die Spitze des Riegels nicht an diesen Ring in der Art stößt, daß derselbe zurückgetrieben oder ausgehoben wird; er sieht auch nach, indem er das Gangwerk öffnet, ob das Scharnier fest ist, ob der Riegel gut und richtig einspringt, ob er den Rand des Gehäuses nicht zwängt oder abnutzt; ob das Gangwerk nicht, wenn die Uhr zugemacht ist, wegen des Tragens und der Weiser, wackelt?

Wenn man die Untersuchung des äußeren Zifferblattes fortsetzt, muß man, bevor man noch das Gehwerk öffnet, untersuchen, ob die Zeiger hinlänglich von einander entfernt sind, so daß sie ungehindert über einander weggehen; ob sie gut befestigt sind; ob der Minutenweiser auf seinem viereckigen Zapfen nicht wackelt, ein Fehler, der sehr häufig vorkommt und daran Schuld ist, daß sich ein Weiser an den andern hängt, am Zifferblatt oder am Uhrglase reibt, wenn man ihn mit dem Schlüssel richtig zurückstellt; ob dieser Weiser sich parallel mit dem Zifferblatte umdreht, ohne weder letzteres, noch das Uhrglas zu berühren, was abhängig ist vom Plantiren des großen Bodenrades und des Zuges der Triebfeder. Bei sehr alten Uhren kann der Minutenweiser die Spitze der Feder berühren, welche über das Zifferblatt und durch eine Oeffnung des letzteren hervortritt; er kann durch die Wirkung des Glases mehr als in seinem natürlichen Zustande niedergedrückt werden und sich dann an den Minutenweiser hängen. Auch der Stundenzeiger darf nicht auf dem Zifferblatte reiben, auf welchem er sehr häufig zu schleifen pflegt. Er muß vielmehr ganz gleichmäßig und gerade auf seinem Rohre umlaufen und darf den viereckigen Schneckenzapfen, der manchmal über das Zifferblatt hervortritt, nicht berühren. Das Ende des Rohres des Stundenzeigers darf ebensowenig an den Minutenzeiger rühren, indem sein Spiel gegen das Zifferblatt hin durch den Putzen dieses Rades beschränkt wird.

Wenn man das Zifferblatt abnimmt, so muß man zuerst untersuchen, ob ihm der Zug der Stifte nicht Gewalt angethan habe, ob die Räderverbindungen des Vorgeleges in ihrer Ordnung sind, ob das Rad des Zifferblattes sein moderirtes Spiel auf dem Minutenrohre habe, ob das Wechselrad in jeder Richtung frei sei, ohne schief einzugreifen oder die Verzahnung zu verlassen, ob es nicht sich zu stark auf der Uhrplatte reibe. Man höhlt es häufig von unten aus, indem man nur eine dünne Linie an der Basis der Zähne reiben läßt. Das Oel dringt häufig bis zur Verzahnung und entzieht derselben einen Theil ihrer Freiheit. Der neuere Gebrauch, das Wechselrad sich auf einer dünnen, stählernen und in die Uhrplatte eingeschraubten Spindel drehen zu lassen, ist besser, als das Verfahren Berthoud's, dasselbe sich auf Zapfen und einem Kloben drehen zu lassen, der zu viel Höhe verlangte.

Wenn das Minutenrohr nicht gut aufgepaßt ist, wenn es nicht fest auf seiner Unterlage sitzt, so muß man diesem Fehler abhelfen, ehe man die Uhr wieder zusammensetzt, weil häufig der Fall eintritt, daß man durch Aufsetzen der Zeiger einen Zahn verdirbt. Damit die halbharte Reibung des Minutenrohres auf der langen Spindel sicher halte, ist es von Nutzen, an demselben eine sogenannte Laterne anzubringen, indem man die zwei einander gegenüber liegenden Seiten des Rohrcylinders flach feilt, bis man das Innere des Rohres erreicht, und indem man oben und unten einen cylindrischen Theil stehen läßt, um das Rohr des Stundenrades zu stützen. Es ist sogar von Nutzen, gleich von vorn herein denjenigen Theil des Rohres, der später gefeilt werden soll, auf der Drehbank etwas abzunehmen, indem man mit dem Drehstahl die beiden kleinen Unterlagen zurichtet. Hat man endlich auf beiden Seiten die Laterne hergerichtet, so steckt man in das Rohr einen völlig runden Messingstift, und indem man auf jede Seite dieser Laterne einen Hammerschlag richtet, bewirkt man ein Zusammenziehen des Inneren des Rohres auf

dem Messing, welches dem Hammerschlage nachgiebt, und verhütet auf diese Weise einen Bruch der beiden Laternenschenkel. Das Innere des Minutenrohres hat dann in der Mitte einen etwas besseren und zugleich elastischen Schluß. Man schwächt auch auf der Drehbank, obwohl nur im geringen Maße, den Durchmesser der langen Spindel oder Achse, und läßt ihn da sich verjüngen, wo die Laterne drücken soll. Dadurch verhütet man ein Emporsteigen, wenn man die Stundenzeiger aufsetzt. Diese Vorsicht ist nothwendig, besonders wenn das Minutenrohr unten nicht verpflöckt ist, was bei einem zu flachen Uhrglase nicht immer angeht. Man wird auch untersuchen, ob der Spielraum der Räder unter einander oder mit der Uhrplatte oder mit dem Zifferblatte gut und gesichert sei.

Man muß während eines Umganges der Schnecke untersuchen, ob jeder Zahn des Sperrrades gut aufhalte; ob diese Zähne nicht zu lang seien; ob sie die hinlängliche Neigung besitzen; ob die Vernietung des Sperrkegels hinlängliche Festigkeit habe; ob seine Vernietung nicht das große Mittelrad berühre; ob der Sperrkegel hinlänglich lang und frei sei. Manchmal befindet sich das Sperrrad und das Gesperre unter dem Rade, und wenn der Sperrkegel sich hebt, so kann seine Spitze am großen Mittelrade reiben u. s. w. Man muß zusehen, ob die Feder des Sperrkegels gehörig ihre Dienste thue, und zwar ohne eine Härte, welche eine Abnutzung des Gesperres zur Folge haben würde; ob die Feder den Sperrkegel an der richtigen Stelle berühre, so daß er leicht niederfällt, und ob sie nicht an denselben anstoße, wenn er sich hebt; ob ferner der Kettenhüter der Anstrengung der Hand gut widerstehe, ob der Haken der Schnecke gut und stark sei, ob er winkelrecht auf den Kettenhüter drücke und mit der gehörigen Sicherheit. (Unter S i c h e r h e i t versteht man einen geringen Ueberschuß in den Verhältnissen, dem Spielraum oder allen den Wirkungen zur Verhütung der Abnutzung oder der Ungleichmäßigkeit oder der Beugung u. s. w.

der verschiedenen Theile der Uhr.) Das geriefte Ende des Kettenhüters verhindert das Verschieben desselben nach oben.

Während sich das Gehwerk in Bewegung befindet, muß man den Eingriff des zweiten Mittelrades und des Kronrades beobachten; man muß untersuchen, ob das Getriebe des Steigrades von richtigem Verhältniß erscheine, ob die Eingriffe genau seien, ob es in den Zähnen des Kronrades einen freien Rückfall habe, und ob das Getriebe des Kronrades von gutem Verhältniß zum kleinen Mittelrade sei. Dieses beurtheilt man nach seinem tiefen Eingriff, nach der langsamen oder schnellen Führung desselben durch das Gleiten oder Abfallen, sobald der Zahn den Triebstock verläßt, durch den Anfang einer gehörigen Führung vor der Mittelpunktslinie in Betreff der Getriebe von 6, 7 und 8 und selbst von 9 Triebstöcken, die jedoch selten angewendet werden.

Der geringe Raum für die Unruhe macht es nothwendig, daß sie sich ganz horizontal drehe und wenig Spielraum in ihren Zapfenlöchern habe. Die Zapfenlöcher müssen jedoch einen ganz geringen Spielraum gewähren, so daß die nöthige Freiheit fürs Oel übrig bleibt. Die Zapfen der Hemmung bedürfen dieser Präcision am meisten und der obere Zapfen auf der Seite der Unruhe mehr, als derjenige im Klobenloche; er muß länger sein, um sich wegen der Schwere dieses Theiles weniger abzunützen. Die Enden der Zapfen müssen so flach als möglich sein, damit sie, wenn die Uhr auf dem Gehäuse liegt, am Ende der Zapfen ebensoviel Reibung haben, als an den Seiten derselben, wenn die Uhr aufgehangen ist; jedoch dürfen die unteren Kanten der Zapfen, wenn sie auf dem Nagel probirt werden, nicht kratzen.

Es muß ein gewisser Raum zwischen der Unruhe und dem Unruhkloben, sowie auch der Koulisse vorhanden sein. Derselbe Raum ist erforderlich zwischen der Zwinge und der Uhrplatte und dem Hemmungsrade; dieses gilt auch von der Unterlage der Unruhe. Der

Stift der Zwinge darf nicht das Ende der Spiralfeder auf der Peripherie der Unterlage aufruhen lassen, auch nicht ins Innere der Zwinge eindringen, weil dadurch die Spiralfeder gestört werden könnte. Die Unruhe muß im Gleichgewichte sein.

Die Spiralfeder muß ihre Touren in gleichweiten Abständen haben, und nur die äußere Tour darf etwas mehr abstehen. Die Touren müssen die regelmäßige Form einer Spiralkrümmung haben, sich ganz gerade drehen und gegen keinen Theil anschlagen, außerhalb der Stifte des Rechens, wo die Feder wenig Spielraum haben darf; sie muß während des ganzen Ganges des Rechens, welcher der Krümmung der Spiralfeder folgen muß, ganz frei sein, und hinsichtlich der Entfernung vom Mittelpunkte zur Lage des Spiralklöbchens passen. Das Loch des Spiralklöbchens muß dem Einschnitt oder der Intervalle der Stifte des Rechens dergestalt entsprechen, daß die Spiralfeder, wenn sie durch ihren Stift auf die innere Seite des Spiralklöbchens gedrückt wird, gerade der Mitte der Intervalle oder dem Einschnitte des Rechens entspreche. Dieses Spiralklöbchen muß ungefähr 1 Linie von dem Punkte sich befinden, wo der Arm des Rechens am Ende von Retard still steht, damit auch nicht ein Theilchen seines Stiftes damit in Berührung komme. Das Spiralklöbchen darf auch nicht zu dick sein, damit die Länge seines Loches der Spiralfeder nicht Gewalt anthue. Der Stift muß auf der Seite der Spiralfeder ein wenig platt sein. Es würde vortheilhaft sein, wenn das Loch des Spiralklöbchens z. B. bei solchen Uhren, auf welche die größte Sorgfalt verwendet wird, gleich seinem Stifte viereckig gemacht würde, denn dann würde es leichter sein, die Spiralfeder mit der Federzange tiefer oder höher zu stellen.

Man muß auch die Wirkung des Rechens untersuchen, und nachdem man die Stellscheibe abgenommen hat, so wird man finden, ob das Rad ohne Spielraum in die Kulisse eingreift, ohne ihr Gewalt anzuthun, oder sie zu heben, damit die schwachen Bewegungen des

Zeigers ohne Nachtheil dem Rechen mitgetheilt werden, sonst könnte man den Zeiger nur ein wenig verrücken, um den täglichen Gang zu reguliren, ohne auf den Rechen gewirkt zu haben. Der viereckige Zapfen des Stellscheibenrades muß gleiche Dicke mit demjenigen des Minutenrohres und des Schneckenzapfens haben oder darf nur um ein Geringes schwächer sein, damit derselbe Uhrschlüssel bei allen dreien seine Dienste leiste.

Nachdem man alle äußeren Wirkungen gehörig beobachtet und auch die Theile im Nothfalle aus einander genommen hat, wendet man sich zum Innern des Gehwerkes. Man untersucht, ob die untere Palette dem Fuße des unteren Spindelklobens nicht zu nahe komme; ob sie nicht zu sehr auf gleicher Linie mit dem äußeren Durchmesser des Steigrades sich befinde, damit nicht, wenn die Uhr auf der breiten Seite liegt, die Zähne dieses Rades die untere Palette zu tief oder zu sehr am Rande ergreifen; man sieht auch nach, ob das Steigrad nicht die Unterlage der Unruhe berühre; ob die Paletten der Spindel mindestens 90° Oeffnung haben; ob ihre Flächen glatt und polirt, von gleicher Breite und so geeigenschaftet sind, daß sie im Ganzen eine Hebung von 40°, d. h. von 20° auf jeder Seite, bewirken. Die äußere, vordere Kante muß sanft abgerundet sein, um am Ende des Rückfalles bei den größten Schwingungen die Vorderseite der Zähne nicht abzunutzen; die Dicke der Paletten muß nach hinten zu abnehmen, damit sie niemals sich an den konkaven Rücken der Zähne reiben.

Sechszehntes Kapitel.

Die Wahl und das Präpariren des Oeles für Uhren.

Die Oele sind in ihrer Beschaffenheit so sehr von einander verschieden, daß man, um ein Oel mit Vortheil für Uhren anzuwenden, bei dessen Wahl sehr vorsichtig sein muß. Manche Oele sind sehr leicht zum Dickwerden und Vertrocknen geneigt, andere hinwieder enthalten eine Schärfe, wodurch die Metalle angegriffen werden; beide Eigenschaften üben aber einen äußerst schädlichen Einfluß auf Uhren aus.

Einige an und für sich gute Oele lassen sich zwar durch chemische Behandlung verbessern; dennoch ist es selten, daß man ein Oel gewinnt, welches wirklich ausgezeichnet und besser wäre, als dasjenige, welches sich aus reinem Olivenöl absondern läßt. Um ein Oel zu erhalten, wie es am tauglichsten ist, wende man sich im Winter bei ziemlicher Kälte an eine Handlung, die eine bedeutende Quantität vom besten Olivenöl vorräthig hält, und suche von dem Oel zu bekommen, das sich jederzeit unter dem gefrorenen Oele flüssig vorfindet. Von diesem flüssig gebliebenen Oele suche man wo möglich ein Paar Flaschen zu bekommen, filtrire es durch soge-

nanntes Filtrirpapier und setze es dann aufs Neue einer ziemlich bedeutenden Kälte aus. Findet man, daß das Ganze gleichmäßig zum Erstarren übergehen will, so ist das Oel bis dahin durch die Kälte präparirt.

Demnächst sind Versuche anzustellen, ob das Oel auch noch irgend eine Schärfe enthalte, die auf Metalle nachtheilig einwirken könnte, oder ob es vielleicht zum Dickwerden oder Vertrocknen geneigt sei. Zu diesem Behufe nehme man eine Stahl- und eine Messingplatte, welche fein abgeschliffen sein müssen, gebe auf beide eine geringe Quantität Oel und stelle dann die Platten eine zeitlang an einen Ort, wo sie gut vor Staub geschützt, aber einer wechselnden Temperatur ausgesetzt sind. Wenn nun nach einiger Zeit auf der Oberfläche jener Platten sich keine Veränderung zeigt und sich herausstellt, daß das Oel sich in gleichem Grade der Flüssigkeit und in gleicher Quantität erhalten hat, so ist es als vollkommen brauchbar zu betrachten. Man bewahre es in gut verschlossenen Flaschen an einem etwas kühlen und vom Tageslichte nicht berührten Orte auf.

Sollte sich dagegen zeigen, daß das Oel den Stahl oder das Messing irgend wie angreift, und zum Vertrocknen oder Dickwerden geneigt ist, so darf es für Uhren nicht verwendet werden und alle weitern Versuche, es dazu tauglich zu machen, würden überflüssig sein.

Eine andere Sorte Oel ist das thierische, das man, wenn es vorsichtig zubereitet wird, ebenfalls mit Vortheil für Uhren verwenden kann. Unter den thierischen Oelen ist namentlich dasjenige, welches man aus den Ochsenfüßen erhält, sehr anzuempfehlen. Die Art und Weise, dieses Oel zu gewinnen und zuzubereiten ist folgende:

Man nehme die vier Unterbeine mit den Füßen von einem frischgeschlachteten fetten Ochsen, der etwa 3 Jahre zählt, entferne die Klauen davon und spalte die Knochen der Länge nach auf, achte aber darauf, daß von dem flüssigen Mark nichts verloren gehe, lege dann die geöffneten Knochen in ein irdenes Kochgeschirr und

gieße warmes Wasser darauf, erhitze dasselbe, bis beinahe zum Sieden, nehme das Gefäß vom Feuer und fülle das Fett von der Oberfläche des Wassers, lasse das Ganze abkühlen und gieße es in die gewöhnlich langen Oelgläser, in denen man die Absonderung des Wassers vom Oel am besten vornehmen kann. Nach einiger Zeit wird man das Oel abtrennen können und zwar dadurch, daß man oben in das Glas etwas über der Wasserfläche mit einem Stichel ein kleines Loch bohrt, durch welches das Oel ablaufen kann. Man achte darauf, daß das Glas während dieses Vorganges nicht bewegt werde.

Das so gewonnene Oel filtrire man, gieße es in ein Glas und setze es einem ziemlich hohen Kältegrade aus. Sollte ein Theil früher erstarren, als der andere, so suche man den flüssigen Theil vom erstarrten zu trennen und stelle nun damit die weiteren Versuche über das Vertrocknen, Dickwerden und sonstige Einflüsse auf die Metalle an.

Die Anwendung des Oeles in Uhren.

Die Anwendung des Oeles für die Hemmungen der Uhren hat ihre bestimmte Grenze. Diejenigen Hemmungen, welche während der Impulsion eine bedeutendere Reibung erleiden, als Anker- und Cylinderhemmungen, müssen allerdings an den reibenden Stellen mit einer geringen Menge Oel versehen werden, ausgenommen die Gabel bei der Ankerhemmung, wenn dieselbe aus einem geeigneten Metall angefertigt worden ist (z. B. aus ganz hartgehämmertem Messing, Neusilber oder am besten aus Gold. Es ist nicht nöthig, zu diesem Zwecke vom feinsten Golde zu nehmen, da schon zwölfkaratiges Gold hierzu mit Vortheil zu verwenden ist).

Die freien Hemmungen für Chronometer bedürfen da, wo die Reibung während der Impulsion stattfindet, keines Oeles, denn die Reibung ist an diesen Stellen

sehr geringfügig und gleicht mehr einem Stoße. Es würde sogar sehr nachtheilig auf den Gang einwirken, wenn man die verschiedenen Theile dort, wo die Berührungen im Gange vorkommen, mit Oel versehen wollte. Von dieser Seite aus betrachtet, hat man für Chronometer viel gewonnen. Die Zapfen hingegen sind bei allen Hemmungen mit der erforderlichen Menge Oel zu versehen, und ist besonders auch darauf zu achten, daß die Zapfenenden, welche gegen Decksteine gehen, Oel bekommen.

Für Thurmuhren und gewöhnliche Hausuhren ist gutes Walrathöl fein genug und wahrscheinlich das beste. Selbst gewöhnliches Klauenfett, dessen wir schon gedacht haben, kann außerordentlich fein und klar durch folgende Methode gemacht werden: Man vermischt es mit ungefähr derselben Quantität Wasser und schüttelt es in einer großen, nicht vollständig damit gefüllten Flasche, bis es wie eine weiße Brühe aussieht. Dann stellt man es so lange hin, bis ein feines Oel an der Oberfläche zum Vorschein kommt, welches man abschöpfen kann. Es dauert mehrere Monate, ehe es sich vollkommen getrennt hat in Wasser am Boden, Schmutz in der Mitte und feines Oel an der Oberfläche. Man darf diese Operation nicht bei warmer Witterung vornehmen, weil die Wärme bewirkt, daß einiges Oel als fein an der Oberfläche zum Vorschein kommt, welches bei kalter Witterung unter dem schmutzigen Oel in der Mitte bleiben würde, und bei kalter Witterung wird dann das feine Oel, welches man bei warmer Witterung gesammelt hat, wieder trübe.

Verschiedene vegetabilische Oele werden im Handel als Uhrenöle verkauft. Es ist uns indessen nicht bekannt, auf welche Weise dieselben geprüft worden sind, und nichts als wirklicher Gebrauch während einer beträchtlichen Zeit kann hier eine Entscheidung geben. In einer Fabrik, wo man Walrath statt des süßen Oeles für die kleinen Spindeln anwendete, welche beständig

schlüpfrig erhalten werden müssen, sollen 5 Proc. an Kraft erspart worden sein.

Reinigung des Oels für Uhren; von Herrn Dr. von Viebahn in Berlin.

Das gereinigte Oel oder das Oleïn, dessen sich die Uhrmacher bedienen, Uhröl genannt, wird in England gewöhnlich von Mandel- oder Olivenöl bereitet, indem man dasselbe durch Auflösen in Spiritus von dem in dem Oel enthaltenen Stearin befreit und den Spiritus nachher abdestillirt; dasselbe muß bei allen gewöhnlichen Temperaturen dem Verdicken und Gefrieren widerstehen und wird in England bis zu $1\frac{1}{2}$ Schilling für die Drachme bezahlt. Ein wohlfeileres Uhröl wird bereitet durch Einlegung eines reinen Streifens Blei in ein weißes mit Olivenöl gefülltes Glas, welches eine Zeit lang der Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt und wovon nach Absenkung der geronnenen Theile die obere farblose Schicht abgeschöpft wird. (Amtlicher Bericht über die Londoner Ausstellung, I. Bd., S. 396.) —

Vielfach angepriesenes Uhrenöl.

Bei der vorjährigen (1853) deutschen Industrieausstellung war das Oel für Uhrmacher, Mechaniker und Büchsenmacher vom Apotheker H. Kuntze in Nideggen, Regierungsbezirk Aachen, unter den Erzeugnissen dieser Art besonders hervorragend, indem es von Denjenigen, die es geprüft haben, als vorzüglich bezeichnet wird. Demselben geht auch ein mehrjähriger guter Ruf voran. Der Uhrmacher W. Busch in Cöln, welcher dort das älteste Geschäft in der Glockengasse Nr. 68 besitzt, bedient sich dieses Oeles seit dem Jahre 1847 und hat wiederholt öffentlich bekannt gemacht, daß er dasselbe zu den feinsten Cylinderuhren verwendet und unter allen

derartigen Oelen, deren er sich jemals bedient, unübertroffen gefunden habe. Das Nämliche bezeugt auch der Uhrmacher Sebastian Geist in Würzburg. Dieses Oel ist für den Handel deponirt bei den Herren Fromm und Kuntze in Cöln. (Kunst- und Gewerbsblatt für das Königreich Bayern, 1854, S. 734.)

Man hat die Erfahrung gemacht, daß selbst die feinsten thierischen und Pflanzenfette, Oele u. s. w. mit der Zeit, indem dieselben zersetzt werden, die Metalle angreifen und oxydiren. Ein passendes Ersatzmittel ist nach Prof. Artus das Mineralöl (ein Produkt der Destillation fossiler Brennstoffe und ein Gemenge von verschiedenen noch nicht genau studirten Kohlenwasserstoffverbindungen). Da jedoch das Mineralöl stets einen unangenehmen Beigeruch behält, so ist dasselbe zu vorliegenden Zwecken zuvörderst dadurch zu reinigen, daß man dasselbe mit einer gesättigten Lösung von unterchlorigsaurem Natron schüttelt, hierauf einige Zeit stehen läßt, das oben aufschwimmende Oel abgießt, das abgegossene wiederholt mit Kalkmilch schüttelt und hierauf die Masse abklären läßt, worauf dann das Oel abgegossen, mit ⅕ Volum koncentrirter Natronlauge vermischt und der Rektifikation unterworfen wird.

Mit diesem Oele sind von verschiedenen Technikern Versuche angestellt worden, die für die außerordentlich günstige Brauchbarkeit zu obigem Zwecke sprechen, weshalb Prof. Artus keinen Anstand nimmt, das Oel zu gedachten Zwecken zur Beachtung zu empfehlen. (Vierteljahrsschrift für technische Chemie.) —

Nasmyth's Verfahren, die Oele zum Schmieren der Maschinentheile, besonders der Chronometer und anderer Uhren, zu probiren.

Bei allen bisher vorgeschlagenen Oelproben blieb ein sehr wichtiges Element unbeachtet, nämlich die Zeit; die Nachtheile, welche durch Anwendung eines Oeles

von schlechter Beschaffenheit entstehen, zeigen sich nämlich erst nach Verlauf mehrer Tage, wo sodann durch die Wirkung des Oels auf das Metall, womit es in Berührung ist, und die gleichzeitige Einwirkung der Luft solche Oele klebrig werden und die Bewegungen der zu schmierenden Maschinentheile zu hemmen beginnen, anstatt sie zu erleichtern.

Bei zarten Maschinerien, z. B. Chronometern und anderen Uhren, ist die nach einiger Zeit eintretende Verdickung des Oels ein sehr großer Uebelstand; wenn wir folglich gewisse Oele auf ihre relative Tauglichkeit zu solchen Anwendungen prüfen und bei der Probe auf die Zeit keine Rücksicht nehmen, so können wir auf ganz falsche Schlußfolgerungen kommen, weil es sich treffen kann, daß einige Oelarten (z. B. Leinöl) sich am ersten Tage als ein sehr gutes Schmiermittel erweisen, hingegen nach Verlauf des zweiten oder dritten Tages so dick und klebrig werden, daß sie die Bewegung der Maschinerie gänzlich hemmen.

Die schätzbarste Eigenschaft eines zum Schmieren von Maschinen bestimmten Oels ist sein bleibender flüssiger Zustand. Dasjenige Oel, welches in Berührung mit dem Eisen oder Messing die längste Zeit über flüssig bleibt, ist ohne Zweifel für den Zweck das geeignetste.

Man kann sich eine Vorstellung von der Wichtigkeit einer verläßlichen Oelprobe machen, wenn man weiß, daß in mancher Baumwollspinnerei über 50000 Spindeln sich mit einer Geschwindigkeit von 4000 oder 5000 Umdrehungen pro Minute bewegen! Wenn nun das Oel, womit dieselben geschmiert sind, klebrig wird, so ist nothwendig mehr Brennmaterial zum Heizen der Dampfmaschine erforderlich, welche die Kraft erzeugt, womit so zahlreiche sich bewegende Theile in dieser großen Geschwindigkeit erhalten werden. In einer großen Baumwollspinnerei macht die geringe Zunahme der Flüssigkeit des Oels in Folge des Steigens der Temperatur, welches durch das Anzünden der Gasbrenner in

den Spinnsälen verursacht wird, einen Unterschied von mehren Pferdekräften in der Leistung der Dampfmaschine.

Nasmyth benutzt zu seiner Oelprobe eine Eisenplatte von 4 Zoll Breite und 6 Fuß Länge, auf deren Oberfläche sechs gleich große Nuthen gehobelt sind; diese Platte wird in schiefer Lage mit einer Neigung von 1 Zoll auf 6 Fuß angebracht und folgendermaßen angewandt:

Angenommen, man habe sechs Oelsorten zu probiren und wünsche zu wissen, welche derselben die längste Zeit ihren flüssigen Zustand beibehält, wenn sie mit Eisen beim Zutritt der Luft in Berührung ist: so hat man weiter nichts zu thun, als gleichzeitig am oberen Ende jeder geneigten Nuth eine gleiche Quantität von jedem der zu prüfenden Oele auszugießen. Dieß läßt sich bequem und genau mittels einer Reihe enger Messingröhren bewerkstelligen. Beim Hinablaufen der sechs Oele über die schiefe Ebene wird sich ihre verschiedene Beschaffenheit deutlich nachweisen; einige laufen schon am ersten Tage nicht mehr weiter, während andere am zweiten und dritten Tage noch weiter laufen; aber erst am vierten oder fünften Tage beginnt sich ein entscheidendes Resultat zu zeigen; die schlechten Oele, so gut sie auch anfangs weiter flossen, kommen bald in Stillstand, während die guten Oele ihren Lauf fortsetzen und nach ihrer allmäligen Gerinnung still stehen; am Ende des achten oder zehnten Tages bleibt kein Zweifel mehr, welches Oel das beste ist; dasselbe hat eine viel längere Strecke als die übrigen Oele zurückgelegt. Leinöl, welches am ersten Tage einen bedeutenden Fortschritt macht, sitzt fest, nachdem es 18 Zoll zürückgelegt hat; Walrath zweiter Qualität überschreitet den Walrath erster Qualität um 14 Zoll in 9 Tagen, an deren Ende er auf der schiefen Ebene 5 Fuß 8 Zoll zurückgelegt hat, wie man dieß aus folgender Tabelle ersieht.

	1. Tag	2. Tag	3. Tag	4. Tag	5. Tag	6. Tag	7. Tag	8. Tag	9. Tag
	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.	F. Z.
Bester Walrath	2 $8\frac{1}{2}$	4 2	4 $5\frac{3}{4}$	4 6	4 6	4 6	4 $6\frac{1}{8}$	Stillst	
Gemeiner Walrath . . .	1 7	3 9	4 $6\frac{8}{4}$	4 11	5 $1\frac{1}{2}$	5 4	5 $6\frac{3}{4}$	5 $7\frac{3}{8}$	5 8
Galipoliöl . .	0 $10\frac{1}{4}$	1 $2\frac{1}{4}$	1 6	1 $6\frac{1}{2}$	1 $7\frac{5}{8}$	1 $8\frac{3}{4}$	1 9	1 $9\frac{1}{4}$	1 $9\frac{1}{2}$
Schweinfett .	0 $10\frac{1}{4}$	0 $10\frac{1}{2}$	0 $10\frac{3}{4}$	0 $10\frac{3}{4}$	0 $11\frac{3}{4}$	Stillst			
Rüböl . . .	1 $2\frac{1}{2}$	1 $2\frac{1}{4}$	1 7	1 $7\frac{1}{8}$	1 $7\frac{1}{4}$	1 $7\frac{1}{4}$	1 $7\frac{1}{4}$	1 $7\frac{3}{4}$	Stillst
Leinöl . . .	1 $5\frac{1}{2}$	1 6	1 $6\frac{3}{4}$	1 $6\frac{1}{4}$	1 $6\frac{1}{4}$	1 $6\frac{1}{4}$	1 $6\frac{3}{4}$	Stillst	

Siebenzehntes Kapitel.

Von den Metallen, welche in der Uhrmacherkunst am meisten angewendet werden.

Sehr häufig wird der Stahl angewendet, und die Behandlung desselben im Allgemeinen ist folgende: Für die aus Stahl anzufertigenden Theile der Uhren oder kleineren Werkzeuge wähle man stets den feinsten englischen Gußstahl, den sogenannten Huntsman-Stahl. Muß derselbe geschmiedet werden, so achte man besonders darauf, daß er nie wärmer, als kirschroth gemacht werde. Zum Erwärmen verwende man nur Torf- oder Holzkohlen. Nachdem der Stahl zur passenden Form geschmiedet worden ist, verschließe man denselben dicht in einem aus Eisenblech gefertigten Kasten und erwärme denselben bis zum Rothglühen. Hierauf lasse man den Kasten nebst den ihn umgebenden Kohlen an einem zugfreien Orte langsam abkühlen. Durch dieses Verfahren erhält man den Stahl außerordentlich weich, ohne daß sich nur im geringsten Glühspan ansetzt. Sollen Fräsen aus solchem Stahle gemacht werden, so ist es vortheilhaft, denselben zu hämmern und zwar so stark, daß die Schläge nicht allein auf die Oberfläche Wirkungen

ausüben, sondern ziemlich tief eindringen. Dann lasse man den Stahl wieder gut blau an, um die durch das Hämmern entstandene Spannung aufzuheben.

Das Stück ist nun fertig und geschickt zur weitern Verarbeitung.

So ausgeglühter und gehämmerter Stahl wird auch zu andern Theilen, selbst zu Hemmungsfedern für Chronometer mit sehr gutem Erfolge verwendet. Dagegen hat man gefunden, daß bei Bohrern, namentlich bei kleineren, das Breitschlagen des Löffels nachtheilig wirkte. Ein so behandelter Bohrer steht nicht so gut, als ein in Form gefeilter.

Viele Theile zu Uhren, die, wenn sie gemacht sind, nur ihren Platz einzunehmen haben, bedürfen einer besondern Behandlung nicht. Anders ist es dagegen mit einer Feder oder einer Fräse, deren Güte erst durch den Gebrauch erprobt werden soll.

Das Härten des Stahls. Die zu härtenden Stahltheile reinige man zuvörderst sehr gut durch Abwaschen mit Seifenwasser, nehme dann fein gepulverte Holzkohle und thue hiervon etwas in einen aus Eisenblech gefertigten Kasten, lege die Stahltheile hinein, fülle den Kasten ganz mit Kohlenstaub und verschließe ihn dicht mit einem Deckel. Jetzt lege man den Kasten in ein aus Holzkohlen bereitetes Feuer, achte jedoch darauf, daß die Erwärmung ebenmäßig erfolge und nicht zu heftig werde. Damit die Hitze das Innere gleichmäßig durchdringe, suche man den Kasten eine Weile in Rothglühhitze zu erhalten. Nachdem man überzeugt ist, daß alle Theile rothglühend geworden sind, nimmt man den Kasten aus dem Feuer, öffnet ihn schnell und schüttet die Theile rasch aus ins Wasser. Hat man beim Ausschütten Acht gehabt, daß die Theile während des Ausfallens möglichst wenig von der äußern Luft berührt worden sind, so erhält man sie auch rein und weiß, so wie fast ganz unverzogen aus dem Wasser. Längere taucht man möglichst senkrecht ins Wasser.

Für Fräsen, welche eine besondere Härte haben müssen, kann man sich folgender Mischung zum Einsetzen bedienen. Man nehme 3 Theile gebranntes altes Leder und Horn, ¼ Theil Harz und ½ Theil Salz, verreibe alles gut mit einander und verwende es statt des Kohlenstaubes zum Einsatze im Blechkasten.

Hierdurch wird eine größere Härte der Theile bewirkt.

Zum Härten bediene man sich nie ganz weichen Wassers. Auch darf dasselbe, wenn es frisches Quellwasser ist, nicht gar zu kalt sein. Die Theile, welche angelassen werden müssen, kann man vorläufig auf Messingfeilspänen, die auf ein Anlaßblech ausgebreitet werden, braun anlassen, hierauf schleife man sie mit feingeriebenem Oelstein oder Schmirgel und Holz weiß, reinige sie gut und lasse sie nun blau an.

Federn läßt man sammt den erwärmten Feilspänen langsam abkühlen.

Ein noch weit besserer Stahl als der Huntsman-Stahl, der erst in neuester Zeit bekannt geworden ist, ist der Wolfram-Stahl.

Herr Franz Mayr in Leoben erzeugt auf seinem Gußstahlwerke zu Kapfenberg in Steiermark Gußstahl in solchen Dimensionen und Formen von vorzüglicher Qualität, welche früher nur von Herrn Krupp in Essen geliefert werden konnten. Krummzapfenwellen für Münz-Justirmaschinen und Lokomotiven, Radachsen für Eisenbahn-Waggons, Kesselbleche, Winkelschienen und Stangen in runder, flacher und viereckiger Form von verschiedenem Querschnitt, werden durch Hrn. Mayr schon seit länger als einem Jahre erzeugt.

Was von diesen Artikeln besonders hervorgehoben zu werden verdient, ist dessen unübertroffener Wolfram-Stahl für Werkzeuge, welcher sich durch Feinheit seiner krystallinischen Textur und besondere Härte auszeichnet, so zwar, daß die seit mehreren Monaten damit gemachten Versuche dargethan haben, daß daraus erzeugte Fräsen zum Schneiden der Zahnräder, ferner

Bohrer, Meißel, Durchschläge, Drehwerkzeuge, Metallhobelmesser 2c. gegen den sonst als besterkannten Huntsman-Stahl die vierfache Dauer der Schneidhaltigkeit erwiesen haben, daher dieser Stahl Jedermann zu diesem Behufe bestens empfohlen werden kann.

Das Wolframmetall hat nahe das specifische Gewicht des Goldes, nämlich 17,6, und diese Dichtigkeit wird in dem damit legirten Gußstahl durch das veränderte Korn auf der Bruchfläche und den erhöhten Klang des Stahles wahrnehmbar.

Bezüglich der Härte steht das Wolfram-Metall dem härtesten Naturkörper nahe und theilt diese Eigenschaft auch dem Gußstahle mit, ohne beim Zusatz von 2 bis 5 Procent dessen Zähigkeit und Schweißbarkeit zu beeinträchtigen.

Die absolute Festigkeit des Wolfram-Stahles übersteigt, nach den angestellten Versuchen, alle bisher bekannten Stahlsorten; denn 15 hinter einander gemachte Versuche mit der Zerreißmaschine am k. k. polytechnischen Institute in Wien, zeigten die höchste 1393 Centner und die niedrigste 1015 Centner, im Durchschnitte genommen $1158\frac{1}{1}\frac{3}{5}$ Centner Widerstandsvermögen auf einen Quadratzoll Querschnitt; dieser Stahl übertrifft daher die Leistungen aller bisher versuchten Stahlsorten.

Das Wolframerz, aus welchem das Wolframmetall gewonnen wird, kommt gewöhnlich in Begleitung des Zinnsteines vor und hat wahrscheinlich bisher deshalb keine technische Verwendung gefunden, weil man es nur als ein mineralogisches Kuriosum angesehen hat.

Neuere Forschungen haben aber ergeben, daß die Technik damit auf eine unabsehbare Reihe von Jahren versorgt werden kann. Eine der reichsten Fundgruben bieten die Zinngruben von Zinnewald in Böhmen dar, wo das Wolframerz seit beinahe einem halben Jahrtausend als werthlos auf die Halden gestürzt worden ist.

Dem Hrn. Franz Mayr in Leoben gebührt das große Verdienst, der Erste gewesen zu sein, der dieses neue, bisher unbenutzte Metall in der Gußstahlfabrika-

tion im Großen in Anwendung brachte, indem er wolframhaltigen Gußstahl in den verschiedensten Härtegraden und beliebigen Dimensionen in den Handel brachte.

Der Preis dieses Stahles stellt sich, ungeachtet seiner bedeutenden Güte, niedriger, als der englische Gußstahl, wobei vorzüglich die Gleichartigkeit seiner krystallischen Struktur hervorzuheben ist.

Titanstahl.

Mushet hat zuerst vorgeschlagen, Titan zur Stahlfabrikation zu verwenden. Man hat neulich in Taranaki in der Nähe des Hafens New-Plymouth in Neuseeland ein Lager von Iserin (Titaneisenstein) in Form eines feinen Sandes gefunden, welcher besteht aus:

Eisenoxyd	88,45
Titanoxyd	11,43
Verlust	0,12

entsprechend folgender Elementar-Zusammensetzung:

Eisen	67,23
Titan	6,89
Sauerstoff	25,76
Verlust	0,12

Diese Mineralien benutzt Mushet, um Eisen und Stahl, welche mit Titan legirt sind, zu erzeugen.

Um Titanstahl anzufertigen, nimmt man Blasenstahl, Stahlspäne, Puddel- oder Gußstahl, oder ein Gemenge dieser verschiedenen Stahlsorten, zertheilt die Stücke durch Zerschneiden, Zerbrechen, oder Granuliren, vermischt sie mit Iserin, den man vorher durch kohlige Stoffe reducirt hat, bringt die Mischung in Tiegel und glüht, bis die Stoffe schmelzen und sich mit einander verbinden, worauf man den geschmolzenen Stahl in Formen gießt. Um den Iserin für diese Verbindung

zu präpariren, vermischt man ihn mit $\frac{1}{3}$, oder $\frac{1}{4}$ seines Gewichts Kohlenpulver, bringt die Mischung in einen Cementirkasten und erhitzt sie darin 72 bis 96 Stunden lang. Wenn die Reduktion hinreichend erfolgt ist, nimmt man den Iserin heraus und benutzt ihn in vorstehend angegebener Art. Die Quantität des reducirten Iserins, welche man dem Stahl hinzufügt, kann variiren, Mushet hat aber gefunden, daß das Verhältniß von 20 Kilogr. Stahl und 1 Kilogr. des oxydirten Iserin ein vorzügliches Resultat giebt. Wenn indeß der Iserin in hinreichender Menge und wohlfeil genug zu erlangen ist, kann man mit Vortheil $2\frac{1}{2}$ bis höchstens 5 Kilogr. davon verwenden. Wenn der Gußstahl zu weich ist, kann man seine Härte vergrößern, indem man dem desoxydirten Iserin auf je 20 Kilogr. Stahl 30 bis 120 Gramm Holzkohle hinzufügt. Die Operation gelingt sehr gut, wenn man Pech, oder pulverisirtes Harz (wahrscheinlich statt der Holzkohle) in die Tiegel bringt. Statt des Iserins kann man auch den Ilmenit verwenden, nachdem man ihm vorher eine ähnliche Vorbereitung hat zutheil werden lassen.

Um Legirungen von Eisen und Titan darzustellen, reducirt man die Titan- und Eisenmineralien und zwar besonders den Iserin und den Ilmenit und schmelzt sie in Tiegeln mit Kohlenpulver, Pech, Bitumen, oder Harz, deren Quantität um so größer sein muß, je härter die Legirungen sein sollen. Die aus der Legirung gegossenen Barren können geschmiedet und gewalzt werden; sollten sie dabei rissig werden, so müßte man die Dehnbarkeit der Masse durch Zusatz von etwas Manganoxyd beim Schmelzen vergrößern. Zusatz von etwas weichem Holzkohleneisen vergrößert auch die Dehnbarkeit. Im Großen schmelzt man den mit Pech, Harz 2c. vermischten Iserin in einem Hohofen oder Kupolofen mit Kokes oder Holzkohle. Den Ilmenit reducirt man auch, nachdem man ihn pulverisirt hat, im Hohofen, oder Kupolofen. In beiden Fällen erhält man eine Legirung von Titan

und Eisen, welche in gewöhnlicher Manier gegossen wird. (Le Technologiste, Novbr. 1861, S. 66.) —

Das Sterrometall

ist in seinen äußeren Erscheinungen und sonstigen Eigenschaften dem Aichmetall sehr ähnlich; das wesentliche Merkmal, durch welches sich dasselbe vom Aichmetall unterscheidet und dem es auch seinen Namen verdankt, besteht in einem bedeutend höheren Grad von Härte, welche auf dem vom k. k. Hauptmann Uchatius sinnreich zusammengestellten Apparate gemessen wurde und im ausgeglühten Zustande schon 60 Proc., im gehärteten Zustande aber 93 Proc. der Härte des ungehärteten Gußstahls beträgt, während auf demselben Apparat die Härte der gewöhnlichen Geschützbronze nur durch 52 Proc. und jene des besten Geschützgußeisens durch 60 Proc. bezeichnet wird.

Die vortrefflichen Eigenschaften, die man an dem Sterrometall rühmt, veranlaßten den Uhrenfabrikanten Herrn Großmann dieses Material auch in Bezug auf seine Verwendbarkeit für Uhrenfabrikation und feinere mechanische Arbeiten zu prüfen. Er schnitt von einem Stück Blech 2,5 Millimeter stark 5 Streifen von 18 Millimeter Breite, die er versuchsweise auf verschiedene Art bearbeitete. Die erste Probe walzte er ohne weiteres auf kaltem Wege bis auf 1,1 Millimeter, wo der Streifen anfing, bedeutend von den Kanten an einzureißen. Die zweite Probe wurde hochroth geglüht und in Wasser abgelöscht, wodurch das Metall im Vergleich zum früheren Zustande zwar weicher wurde, doch nicht so viel, als es z. B. bei Messing unter gleichen Umständen der Fall ist. Diesen Streifen walzte er ebenfalls bis zu 1,1 Millimeter Stärke aus, wobei derselbe vollkommen fehlerfrei blieb. Nach nochmaligem Glühen und Abkühlen wurde die Stärke durch abermaliges Walzen bis auf 0,6 Millimeter gebracht, und auch dann zeigte der Streifen, obgleich beinahe auf das Vierfache

seiner Länge ausgestreckt, noch keine Risse. Er schnitt ein Stück von 100 Millimeter Länge von demselben ab, glühte es nochmals und walzte es bis auf 0,2 Millimeter. Auch dieß, also eine Reduktion der ursprünglichen Stärke bis auf 8 Proc., hielt das Metall aus, indem nicht der geringste Riß darin war und es, trotz vorzüglicher Härte, nur durch sehr starke Biegung zerbrach. Die dritte Probe glühte er aus, ohne sie abzulöschen, und walzte sie kalt bis auf 0,75 Millimeter, wo das Metall so viel Querrisse bekam, daß es ganz unbrauchbar wurde. Die vierte Probe walzte er viermal rothglühend durch, und die fünfte Probe schmiedete er mit viermaliger Rothglühhitze aus. Beide Proben fielen ebenfalls tadellos und schon federhart aus. Aus diesen Versuchen geht wohl zur Genüge hervor, daß dieses Metall bei geeigneter Behandlung eine Dehnbarkeit besitzt, wie sie selbst beim besten Augsburger und englischen Messing nicht vorkommt. Dabei ist das Sterrometall gleich vom Gusse weg wesentlich härter, als das Messing und bekommt durch Schmieden oder Walzen eine sehr schöne Federhärte, ohne dabei das zarte Gefüge zu verlieren. Es ist dann ein sehr schätzbares Material für mechanische Arbeiten aller Art und namentlich in allen den Fällen vortheilhaft zu verwenden, wo Messing, trotz seiner guten Eigenschaften, wegen zu geringer Härte und Festigkeit nicht brauchbar ist. Die Ausdehnung durch die Wärme ist bei dem Sterrometall nur ganz unbedeutend größer, als die des Messings, und es empfiehlt sich daher zu Kompensationsunruhen. Biher hat man dazu Messing als vollkommen genügend gefunden, doch muß man die Streifen nach dem Aufschmelzen des Messings stets hämmern, um ihnen die nöthige Elasticität zu geben. Dieß fällt bei dem härtern Sterrometall weg. Es sind bereits eine kleine Partie Unruhen mit Sterrometall geschmolzen worden und sehr befriedigend ausgefallen.

Ueber die absolute Festigkeit des Sterrometalls enthält ein Cirkular der Herren Echinger und Fernau

in Wien, welche das Metall im Auftrage des Patentinhabers liefern, folgende Angaben:

	Wiener Ctr. per österr. Quadratzoll.
im gegossenen Zustande	540
im geschmiedeten Zustande	625
kalt bearbeitet bis zur Verminderung des Querschnittes auf 76 Proc. .	715
kalt bearbeitet bis zur Verminderung des Querschnittes auf 71 „ .	782
kalt bearbeitet bis zur Verminderung des Querschnittes auf 67 „ .	801

	per österr. Ctr. ab Wien.
Der Preis dieses Metalles ist roh in Königen	80 Fl.
für nicht komplicirten Guß	85 „
für komplicirte Abgüsse	90 „

(Deutsche Industriezeitung 1862, Nr. 40.) —

Empfohlen worden ist ferner die Aluminiumbronze. Dieselbe ist eine ungemein harte und schwer zerbrechliche Legirung; sie läßt sich in dunkler Kirschrothgluth schmieden und zeigt keine Neigung zu rosten, oder blind zu werden. Sie dürfte daher besonders zu Uhrentheilen sehr zu empfehlen sein. Auf der Londoner Industrie-Ausstellung waren sehr schöne Arbeiten, Uhrgehäuse ꝛc. daraus durch Gebrüder Bell von Newcastle ausgestellt.

Man wendet 95 Proc. Kupfer und 5 Proc. Aluminium an, oder 92½ Proc. Kupfer und 7½ Proc. Aluminium. Der Centner beider Legirungen kommt auf folgende Weise zu stehen.

Legirung I.

95 Pfd. Kupfer à 12 Sgr. . . .	38 Thlr.	— Sgr.
5 „ Aluminium à 400 Sgr. .	66 „	20 „
Schmelzen und Abbrand	3 „	10 „
	108 Thlr.	— Sgr.

Legirung II.

$92\frac{1}{2}$ Pfd. Kupfer à 12 Sgr. . .	37	Thlr.	— Sgr.
$7\frac{1}{2}$ „ Aluminium à 400 Sgr.	100	„	— „
Schmelzen ꝛc.	3	„	10 „
	140	Thlr.	10 Sgr.

Hartes Silber. — Wenn man 10000 Theile reines Silber mit 35 Theilen Eisen, 20 Theilen Kobalt und 5 Theilen Nickel legirt, erhält man ein Metallgemisch, das, je nach der schnelleren, oder langsameren Abkühlung, glashart, oder federhart wird, eine prächtige Politur annimmt, sich auch in der feuchten Luft ganz metallrein hält und mit einem gleichen Stücke eine sehr geringe Reibung zeigt. Es dürfte hierin für manche Zwecke der Uhrmacherei ein sehr willkommenes Material gefunden sein. (Polyt. Central-Halle. 1862. Nr. 1, Seite 4.) —

Ein ferneres Metall, welches der Uhrmacher häufig verarbeitet, ist das Messing, Die erste Nothwendigkeit ist, daß das zu Uhrentheilen zu verarbeitende Messing möglichst hart gehämmert oder gewalzt werde. Das zur Zeit beste Messing ist das englische. Das baierische Messing ist wohl auch sehr gut, doch nicht ganz so fein und dicht, als das englische, weshalb diesem der Vorzug zu geben ist.

Um das Messing ganz hart zu erhalten, muß man dasselbe bis zur Hälfte seiner ursprünglichen Dicke einhämmern. Vor dem Verarbeiten ist nothwendig, die Theile mit ein wenig Talg zu bestreichen und sie einer Hitze über Flammenfeuer so lange auszusetzen, bis sie anfangen zu brennen. Hierauf mag man die Theile nochmals ein wenig hämmern und ebenfalls wieder abbrennen. Durch das Abbrennen wird alle Spannung, welche durch das Hämmern im Messing entstanden ist, wieder aufgehoben.

Geschieht das Hartmachen des Messings durch Walzen, so ist zu bemerken, daß dünne Gegenstände erst

eine besondere Härte annehmen, wenn dieselben bis auf $\frac{1}{3}$ ihrer ursprünglichen Stärke eingewalzt sind.

Das dritte Metall, von welchem der Uhrmacher zu Federn und verschiedenen andern Theilen der Uhren Gebrauch macht, ist das Gold. Dasselbe kann meistentheils 12-, 18- bis 20karatig angewendet werden, worüber wir uns jedoch erst in den speciellen Fällen ausführlicher verbreiten werden.

Analyse und Darstellung einer Legirung zu Kompositionsfeilen vom Prof. Vogel jun.

Zum Auftragen von Polirroth auf kleinere Metallgegenstände bedient man sich bekanntlich dünner Kompositionsfeilen von silberweißer Farbe, eine Legirung von verschiedenen Metallen. Sie finden besonders Anwendung in den Werkstätten der Uhrmacher zum Poliren von Stahlzapfen u. s. w., wie überhaupt um kleineren Theilen von Stahl die tiefschwarze Politur zu verleihen, welche an einzelnen Theilen der Taschenuhren bekannt ist.

Ein Techniker in München übergab dem Verfasser eine solche Feile mit dem Ersuchen, deren Zusammensetzung zu bestimmen, um hiernach, wo möglich, diese Metallfeilen selbst herzustellen, da sie in München nicht im Handel vorkommen, sondern nur bisweilen von Handlungsreisenden, wahrscheinlich aus Genf, zu hohem Preise gekauft werden können. Die zur Untersuchung übergebene Metallfeile, 6 Zoll lang und 5 Linien breit, war von gelblich weißer Farbe, spröde, unter dem Hammer zerspringend und von zackigem Bruche. Die qualitative Analyse ergab die Komposition aus Kupfer, Zinn, Zink und Blei zusammengesetzt. Die nach bekannten Methoden ausgeführte quantitative Analyse ergab das Metallgemisch in folgenden Mengen legirt:

Kupfer	64,4
Zinn	17,6
Zink	8,0
Blei	8,6
	98,6

In runden Zahlen ausgedrückt, geben diese procentigen Werthe das Verhältniß der vier Metalle, wie folgt:

Kupfer	8	Theile
Zinn	2	"
Zink	1	"
Blei	1	"
	12	Theile.

Nach diesen Quantitätsverhältnissen suchte der Verfasser die Legirung durch Zusammenschmelzen der vier Metalle nachzubilden. Sie schmelzen in einem hessischen Tiegel im Windofen unter einer Boraxdecke und liefern im geschmolzenen Zustande eine Masse, welche die Lehmform gut ausfüllt. Wegen der Sprödigkeit der Legirung ist es schwierig, sie mit der Feile zu behandeln; es ist daher am besten, die Metallstangen auf einem mechanischen Schleifsteine abzuschleifen, wodurch man ihnen leicht die für den einzelnen Fall nothwendige Gestalt und die zweckmäßigsten Flächen geben kann.

Die nach obiger Analyse dargestellten Kompositionsfeilen sind, wie die damit angestellten zahlreichen Proben erwiesen haben, in ihrer Brauchbarkeit mit dem zur Untersuchung übergebenen Muster vollkommen identisch. Diese Kompositionsfeilen sind in München bisher das Pfund zu etwa 5 Gulden verkauft worden. Nach den Preisen, wie die zur Legirung gehörenden Metalle im Kleinen von Metallhandlungen bezogen werden können, berechnet sich der Preis der Legirung nach des Verfassers Darstellung, schon in Formen gegossen und abgeschliffen, zu 1 Gulden 12 Kreuzer das Pfund.

Jeder, der sich mit Metallarbeiten beschäftigt, erkennt die Wichtigkeit eines Gegenstandes, welcher, wie der vorliegende, das Auftragen von Polirmitteln, eine in der Technik so häufig vorkommende Manipulation, zum Zwecke hat, indem es eine bekannte Thatsache ist, daß die Unterlage oder überhaupt das Medium, mittels dessen ein Polirmittel auf einen Gegenstand aufgetragen wird, nicht nur nicht gleichgültig, sondern für die Er-

reichung des Zweckes von großer Bedeutung ist. Es scheint, daß man auf empirischem Wege, durch Erfahrung und fortgesetztes Probiren zu dieser Legirung gelangt ist, die dem Zwecke in ausgezeichneter Weise entspricht. Die bisherigen Versuche des Verfassers haben gezeigt, daß eine unbedeutende quantitative Aenderung der Legirung auf deren Brauchbarkeit keinen wesentlichen Einfluß ausübt. Durch Anfertigung und Vergleichung einer größern Reihe von Legirungen, eine Arbeit, die im Laboratorium des Verfassers seit einiger Zeit im Gange ist, dürfte es vielleicht gelingen, deren Brauchbarkeit für den entsprechenden Zweck in genauen Zahlenwerthen kennen zu lernen.

Es ist nicht wahrscheinlich, daß die betreffenden Techniker fernerhin diese Metalllegirung mit unverhältnißmäßig hohen Kosten von dem Auslande beziehen werden, da, wie er gezeigt hat, dieselbe um den vierten Theil des bisherigen Preises entweder ganz leicht von jedem selbst dargestellt, oder von Metallgießern auf Bestellung angefertigt werden kann. (Polytechn. Journal, Bd. 136, S. 458.)

Achtzehntes Kapitel.

Ueber das Vergolden der Zifferblätter und anderer Uhrtheile.

Das Vergolden und die Verfertigung der Zifferblätter.

Uhrplatten, Kloben, manche Stege, Zeiger (wenn diese nicht von Stahl oder von Gold sind) und manche andere Theile der Taschenuhr werden vergoldet, während die gezahnten Räder und verschiedene andere Theile von Messing, sowie die Stahltheile blos polirt, manche der letzteren, besonders die Schrauben, nach erhaltener schöner Politur, auf heißen, mit Sand bestreuten, Blechen auch gebläuet werden. Es giebt mehrere Methoden der Vergoldung. Die folgende möchte wohl eine der besten sein.

Man schlägt das zum Vergolden bestimmte ganz reine Gold auf einem glatten, polirten Ambose recht dünn, schneidet es in kleine Stückchen und wirft es in ein reines Glas. Nun nimmt man zu 18 Gran Gold 2 Quentchen Quecksilber, d. h. acht mal mehr Queck-

silber, als Gold. Man erwärmt einen Schmelztiegel an einem Kohlenfeuer und wirft, wenn der Tiegel rothglühend ist, das Gold mit dem Quecksilber hinein. Man rührt beide mit einem messingenen oder hölzernen Stabe so lange herum, bis das Gold im Quecksilber aufgelöst und aus beiden ein Teig (Quickbrei oder Amalgama) geworden ist. Diesen Teig wirft man dann in reines Wasser. Wäre der Teig entweder noch zu dünn oder zu hart, so müßte man, durch Hinzufügung von Quecksilber, jene Operation noch einmal vornehmen. Er muß nämlich die Konsistenz haben, daß er sich gut auf das Messing aufstreichen läßt.

Man nimmt nun einen Messingdraht, welchen man, des sogenannten Verquickens wegen, erst in Scheidewasser und dann in Quecksilber taucht, damit er mit letzterem überzogen werde. Nun fährt man mit dem Drahte über das zu vergoldende Stück her, und zwar so lange, bis das ganze Stück überall von Quecksilber weiß geworden ist.

Jetzt nimmt man eine Bürste von Schweinshaaren und streicht damit das Quecksilber ouf dem Stücke so auseinander, daß es überall gleich dick aufsitzt. Damit kein Quecksilber an die Finger komme, so muß man das verquickte Stück mit einem reinen, leinenen Lappen halten und das, auf obige Art präparirte, Goldamalgama darauf streichen.

Man legt das Stück über ein gelindes, mit Asche bedecktes, Kohlenfeuer und erwärmt es so lange, bis man sieht, daß das Gold aufzubrausen anfängt. In demselben Augenblicke zieht man das Stück zurück und bürstet es, so lange es noch warm ist, ganz leise. Man hält es wieder über das Feuer, und wenn es warm geworden ist, nimmt man es wieder davon hinweg. Man bürstet und reibt es abermals, bis das Amalgama gehörig auseinander gestrichen ist und sich überall gleichförmig an das Stück gesetzt hat. Nun bringt man es von neuem über das Feuer, läßt durch dasselbe das

Quecksilber ganz verrauchen und das Stück recht gelb werden. Hernach taucht man es in Olivenöl (feines Baumöl) und hält es wieder über das Feuer, bis das Oel verraucht ist und das Stück eine röthliche Farbe bekommen hat. Man wischt es nun mit einem reinen leinenen Lappen ab.

Sollten sich gewisse Stellen noch schwarz zeigen, so fehlte da Vergoldung; man müßte also auf obige Art noch Amalgama auftragen und daselbst die beschriebene Operation noch einmal verrichten.

Auf folgende Weise giebt man dem vergoldeten Stücke erst die recht helle Farbe.

Man gießt Urin in ein gut glasirtes Gefäß, taucht das vergoldete Stück hinein und bürstet es mit einer Kratzbürste so lange, bis es hellglänzend geworden ist. Nun wirft man es in reines Wasser, wischt es hierauf mit einem reinen leinenen Lappen genau ab, und hält es dann über glühende Asche, um es zu erwärmen. So nimmt es eine höhere Farbe an. Um aber hierbei den rechten Grad der Wärme zu treffen, so legt man es auf ein Stück Seidenpapier. Wenn dieß Papier gelb wird, so hat auch das Stück die rechte Wärme und muß vom Feuer entfernt werden. Statt des Seidenpapiers kann man auch ein Stück Spiralfeder nehmen, dasselbe poliren und es neben dem vergoldeten Stücke ans Feuer bringen, bis es blau angelaufen ist. Sogleich muß man dann das Stück vom Feuer nehmen. Man kratzt es nun noch einmal mit einer feinen Kratzbürste ab, legt es wieder in reines Wasser, dann abermals ans Feuer. Wenn man diese Operation drei bis viermal verrichtet hat, so wird das Stück recht gut vergoldet sein.

Ueber ein Verfahren, um die Räder der Taschenuhren und Chronometer zu vergolden; von Phil. Plantamour*).

Die Vervollkommnungen, welche man fortwährend in der Uhrmacherkunst erstrebt, in der Absicht, die größte Genauigkeit in Verbindung mit Eleganz zu erzielen, führten auch zu dem Wunsche, die Räder der Unruhuhren, Chronometer und Schiffsuhren vergolden zu können. Wahrscheinlich wäre die Verbesserung schon früher zur Ausführung gekommen, wenn die bis jetzt bekannten Vergoldungsmethoden es gestattet hätten; aber bisher wird das Vergolden mittels Quecksilber — denn von der galvanischen Vergoldung kann hier nicht die Rede sein — stets auf einer Oberfläche vorgenommen, welche man zuvor mittels einer sauern Auflösung von Quecksilber in Scheidewasser amalgamirte, und dabei würde diese Flüssigkeit die stählernen Getriebe der Räder gänzlich zerstören. Es geht aber nicht wohl an, diese Getriebe vorher mit einer Schicht Wachs oder Harz zu überziehen, weil das Harz, wenigstens theilweise, verbrennen, und nachher das Reinigen der Getriebzähne und der Getriebe selbst eine bedeutende Arbeit machen würde, welche ohne Benachtheiligung derselben vielleicht gar nicht auszuführen wäre.

Das sehr einfache Verfahren, welches ich zur Vermeidung dieses nachtheiligen Umstandes in Vorschlag bringe, besteht darin, zum Amalgamiren eine Quecksilberauflösung anzuwenden, welche den Stahl weder in der Kälte, noch in der Wärme verändern kann. Um sich diese Flüssigkeit zu verschaffen, löst man eine kleine Menge Quecksilber in so viel Salpetersäure auf, daß letztere im Ueberschuß vorhanden ist; dann sättigt man

*) Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen. 1847. 2. Lief.

die Auflösung mit Ammoniak, und hierauf löst man den Niederschlag in einem Ueberschuß dieses Alkalis wieder auf. Wenn sich der Niederschlag im Ammoniak nicht gänzlich wieder auflöst, kann man filtriren, oder, ohne zu filtriren, ihn durch Zusatz von Salpetersäure auflösen und dann neuerdings die Flüssigkeit mit Ammoniak übersättigen. Das ammoniakalische, salpetersaure Quecksilber, woraus dieser Niederschlag besteht, löst sich in freiem Ammoniak nur schwer auf, ist hingegen im salpetersauren Ammoniak sehr leicht löslich, mit welchem es ein Doppelsalz bildet, das sogar sehr leicht krystallisirt. Man braucht folglich nur so zu verfahren, daß man eine hinreichende Menge salpetersaures Ammoniak in der Flüssigkeit hat, damit der Niederschlag sich darin wieder auflöst.

Um die Räder mittels dieser Auflösung zu amalgamiren, braucht man keine Vorsichtsmaßregeln zu beobachten; man kann sie ganz hineintauchen und mehrere Minuten darin lassen, ohne daß die Getriebe die geringste Veränderung erleiden. Das überschüssige Ammoniak reinigt rasch den Theil des Rades, welcher amalgamirt und dann vergoldet werden muß, und die Amalgamation der Oberfläche erfolgt von selbst und sehr schnell.

Behufs des Vergoldens nimmt man die Räder aus der Quecksilberauflösung und überzieht sie mit Goldamalgam, ohne daß es nöthig ist, sie abzutrocknen. Sodann erhitzt man sie auf einer kleinen Trommel aus Eisenblech, deren oberer Theil mit einer Oeffnung versehen ist, in welche man das Getriebe steckt. Dieses Kästchen gestattet, den zu vergoldenden Theil des Rades zu erhitzen, ohne daß das Getriebe sich merklich erhitzt und dessen Härtung benachtheiligt wird; man erhitzt den kleinen Apparat an seinem unteren Theile mittels einer Weingeistlampe.

Die zur Amalgamation dienende Quecksilberauflösung bildet, bei ihrer Zersetzung, in der Hitze nur Wasser, Stickstoffoxyd, Stickstoff und Quecksilber, welche

auf den Stahl der Getriebe nicht im geringsten wirken. Mittels einer rauhen Bürste ertheilt man der Oberfläche das Korn, welches bei den innern Theilen der Taschenuhren in Gebrauch gekommen ist, und nach dem Abbürsten mit Seifenwasser ist das Rad vergoldet und fertig, während das Getriebe so glänzend und rein blieb, wie vor der Vergoldung.

So vergoldeten Uhrrädern kann man, auf bekannte Weise, die beliebte röthliche Goldfarbe ertheilen, indem man sie eine Zeitlang in einer Auflösung von kohlensaurem Natron kocht, welcher man einige Tropfen Chlorgold zusetzte. Dabei verändern sich die Getriebe durchaus nicht; nur darf man keine zu koncentrirten Auflösungen anwenden und das Sieden nicht zu lange fortsetzen, weil sonst die Getriebe, welche man bisher nicht vergoldet haben wollte, sich so gut vergolden, daß man nachher viel Zeit und Arbeit anwenden muß, um das auf den Stahl abgesetzte Gold zu beseitigen.

Galvanische Vergoldung, wie sie in den Neufchateller Uhrenfabriken an den Gangwerken angewendet wird*).

(Von A. Olivier Mathey, geschwornem Probirer am **Bureau de Garantie** zu Locle.)

Es ist bereits so viel über galvanische Vergoldung geschrieben worden, daß man meinen sollte, der Gegenstand sei völlig erschöpft; vergleicht man indessen alle diese Modifikationen und alle diese sogenannten neuen Verfahrungsarten, so wird man die Bemerkung machen, daß sie sehr wenig von einander verschieden sind, und daß diese geringe Verschiedenheit auf die Resultate häufig nicht einmal Einfluß hat. Es giebt demnach, genau genommen, nur zwei Verfahrungsarten der Ver-

*) **Revue scientifique, 1845, Mai. No. 65.**

goldung auf nassem Wege, von denen in den Künsten Gebrauch gemacht wird, und zwar die Vergoldung mittels der Eintauchung, auf welche Elkington ein Patent genommen hat, und die galvanische Vergoldung, auf welche Ruolz ebenfalls ein Patent genommen hat.

Da diese beiden Verfahrungsarten, die verschiedenen Metalle mit Gold zu überziehen, zur Genüge bekannt sind, so will ich hier das allgemein Bekannte nicht wiederholen.

Bisher wurde der Gegenstand von gelehrten Theoretikern, gründlichen Chemikern behandelt, welche die Wirkung jedes Agens, die molekuläre Anziehung und Abstoßung, die Verbindung der einfachen Körper, die Zersetzungen u. s w. erklärt haben. Alles dieses ist für die Wissenschaft recht gut, aber der Arbeiter, der diese neuen Entdeckungen benutzen will, verlangt Recepte des in Anwendung zu bringenden genauen Verfahrens, weil er keine ausgebreiteten chemischen Kenntnisse besitzt; und selbst wenn er Chemiker wäre und genau nach einer der oben erwähnten Verfahrungsarten sich richtete, so würde er dennoch die gewünschten Resultate nicht erlangen, er würde es nicht immer dahin bringen, eine für den Handel untadelige Vergoldung zu bekommen; denn, was dem Chemiker für gut erscheint, erscheint darum nicht immer auch dem Konsumenten als gut. Da aber der Künstler für letzteren arbeitet, muß er nothwendig seine Arbeiten so ausführen, daß sie dem Geschmacke des Konsumenten entsprechen. Diesen letzteren Punkt habe ich mir nun vorgenommen, schärfer ins Auge zu fassen.

Da ich im Mittelpunkte der Neufchateller Uhrenfabrikation mich befinde und durch meine Stellung Gelegenheit habe, alle Operationen kennen zu lernen, die in diesem Fabrikationszweige vorgenommen werden, so erfüllt es mich mit schmerzlichem Bedauern, daß jährlich eine so bedeutende Menge von Personen durch das Quecksilber vergiftet werden, welches sich bei der Ver-

goldung der Uhrgangwerke verflüchtigt. In Folge dieser schrecklichen Vergiftung stellt sich bei den unglücklichen Individuen ein Zittern der Glieder ein, welches sie zum Arbeiten unfähig macht.

Aus diesem Grunde beeilte ich mich, sobald Herr Delarive sein galvanisches Vergoldungsverfahren bekannt gemacht hatte, seine Versuche zu wiederholen und eigne anzustellen.

Dieses Verfahren war indessen noch zu unvollkommen, sowohl hinsichtlich der damals gebräuchlichen Auflösung, als auch der empfohlenen Apparate, um eine Anwendung in der Uhrmacherei zu finden. Denn wenn man sich eines porösen Diaphragma, entweder aus Tuch oder aus Blase, oder aus gebranntem Thon bedient, welches die erregende Flüssigkeit von der Goldauflösung trennt, so wird das Vergolden nur einige Zeit lang gelingen, weil die Flüssigkeiten durch die Scheidewand filtriren und sich mit einander vermischen. Dadurch entsteht aber ein Verlust an Gold, und man erhält eine Auflösung, die, statt zu vergolden, nur schwärzt.

Nachdem ich mich durch Versuche überzeugt hatte, daß dieser Apparat von keinem Praktiker mit Nutzen angewendet werden könne, obschon er von Dr. Elsner in Berlin anempfohlen worden war, versuchte ich die Batterien von Daniell, von Grove und von Bunsen, die schon ein besseres Resultat gewährten, obschon man der Daniell'schen Batterie noch immer den Vorwurf machen konnte, daß sie im Verhältniß zur Stärke der Strömung, die sie erzeugt, und die nach einigen Tagen fast gänzlich schwindet, zu voluminös sei.

Grove's Batterie bietet noch schlimmere Uebelstände dar, wegen des Geruchs von Salpetersäure, den sie verbreitet, und weil die schädliche Wirkung dieser Säure alle metallischen Gegenstände der Werkstatt oxydirt. Da übrigens der negative Theil jedes Plattenpaares aus Platin besteht, so ist ihr Preis ziemlich hoch.

Die Bunsen'sche Batterie ist wohlfeiler, hat aber, außer der Entbindung von salpetersaurem Gas und Schwefelwasserstoffgas dieselben Mängel, wie die vorhergehende. Mit der Zeit giebt sich allerdings die Entbindung von Schwefelwasserstoffgas.

Die metallischen Theile muß man an ihren Verbindungspunkten häufig reinigen, und dieses macht ebenfalls viel Mühe.

Diese Batterien sind auch ziemlich kostspielig, weil die Salpetersäure die porösen Gefäße durchdringt, das Zink heftig angreift und es mit Oxyd bedeckt. Die Kraft der Strömung wird dadurch sehr geschwächt, weil das Zink nicht mehr in direkter Berührung mit dem angesäuerten Wasser steht.

Es ist leicht einzusehen, daß alle diese Unannehmlichkeiten mehr als hinreichend waren, um die Arbeiter zu bestimmen, die galvanische Vergoldung zu verwerfen und bei der Quecksilbervergoldung zu bleiben; denn mit der galvanischen Vergoldung schwand nicht etwa die Gefahr, sondern die Art der Vergiftung hatte sich nur verändert. Alle diese Mängel mußten nun verbessert und zu gleicher Zeit das Gute erhalten werden, was die galvanische Vergoldung zu gewähren vermochte.

Ich habe diese Aufgabe gelöst, indem ich meine Batterien völlig geruchlos gemacht, und für eine gegebene Kraft ihr Volumen beträchtlich reducirt habe; sie können zwei oder drei Monate ohne alle Unterbrechung, und ohne daß ich das Geringste mit ihnen vornehme, in Thätigkeit bleiben, und nach Verlauf dieser Zeit verändert man blos die Flüssigkeiten; sie erheischen keine andere Sorgfalt und sind nicht kostspielig.

Die Goldauflösungen anlangend, habe ich deren eine große Menge versucht, und erst, als ich diejenige des Herrn v. Ruolz kennen lernte, nahm ich wiederum meine Versuche vor, aber ich fand noch immer viele Schwierigkeiten.

Mit den Schwefelverbindungen erhielt ich kein gutes Resultat; das Eisencyankalium gab eine orange-

gelbe Vergoldung, die in der Uhrmacherei nicht verlangt wird. Diejenige Auflösung endlich, welche mir die gelungensten Resultate gewährte, ist in einer kleinen deutschen Broschüre von Dr. Rösler beschrieben, und besteht darin, daß man trockenes Chlorgold in einer Lösung von Cyankalium, nach Liebig's Vorschrift bereitet, auflöst.

Diese Cyanverbindung ist allerdings theuer, aber der Preis derselben kann hier nicht in Betracht kommen, weil man sie lange Zeit benutzen kann, sobald man nur eine frische Quantität neutrales Chlorgold zusetzt, wenn die Auflösung erschöpft ist.

Die letztere Auflösung ist unstreitig die beste, denn mit ihr kann man die schöne Farbe des reinen Goldes erlangen, ihre Darstellung ist rasch und leicht, auch kann man alle möglichen Färbungen erlangen, wenn man ihr Silber oder Kupfer zusetzt. Aber die Gegenstände, welche man mit dieser Auflösung vergoldet, sind anfangs matt und wie mit einem grauen Staube bedeckt, hauptsächlich, wenn man Kupfer zugesetzt hat.

Dieser Umstand hat aber wenig zu sagen, weil er sich bei polirten Gegenständen, z. B. Uhrgehäusen u. s. w., mit einem Stückchen weichen Leders und etwas Engelroth oder geschlämmtem Tripel leicht beseitigen läßt.

Solche Gegenstände, welche matt vergoldet sein sollen, färbt man nach dem gewöhnlichen Verfahren, d. h. man taucht sie in eine Mischung von 40 Theilen Salpeter, 25 Theilen Alaun und 25 Theilen hydrochlorsaurem Natron. Man schmelzt diese Salze in ihrem Krystallisationswasser und glüht die Stücke, ehe man sie eintaucht.

Dieses Verfahren kann aber bei Uhrengangwerken nicht in Anwendung kommen, weil man dieselben nicht glühen kann, ohne irgend etwas in denselben in Unordnung zu bringen und ohne das Messing zu erweichen, und weil man auch keine matte, wohl aber eine glänzende Körnung (grenage) haben will.

Diese Körnung konnte nicht mittels Wegnahme von Substanz durch die Säuren bewerkstelligt werden, ohne der Justirung zu schaden, die eine große Präcision erheischt, und eine Vergoldung mit einer vertieften Körnung würde immer wegen des Reflexes roth erscheinen; man trägt deshalb eine erhabene Körnung auf folgende Weise auf.

Wenn die fraglichen Stücke gut geschliffen und ohne alle Feilenstriche sind, so taucht man sie 2 oder 3 Minuten in Wasser, welches etwa den 10. Theil Salpetersäure enthält; ohne sie nun abzutrocknen, bürstet man sie mit der Drahtbürste in einem Aufgusse von Kastanien- oder Süßholz, oder auch in Essig; man wäscht sie sodann, und, ohne sie abzutrocknen, bedeckt man sie mit einer Schicht reinen Goldes mittels der galvanischen Säule. Dieses Reinigen in Säure ist für den Zweck, alle fetten Substanzen oder die Oxydschicht zu beseitigen, welche die Gegenstände bedecken könnte.

Man kann sich mit Vortheil für dieses erste Vergolden einer alten Auflösung bedienen, die keine schöne Farbe hat, weil diese erste Goldschicht nur der Körnung Anhaftung verschaffen soll.

Man läßt die Stücke etwa $\frac{1}{4}$ Stunde in der Auflösung, die man auf 20 oder 25° C. erhitzt.

Hat man eine starke Strömung, so sind drei Minuten ausreichend, aber man muß einer schwachen und regelmäßigen Strömung den Vorzug geben und darf nicht aus dem Auge verlieren, daß die warme Vergoldung schöner ist und rascher erfolgt, als bei atmosphärischer Temperatur; allerdings verdunsten auch die Auflösungen und entmischen sich leichter.

Darstellung des Körnungspulvers.

Man nimmt eine Unze feines Silber, welches man in 4 Unzen Salpetersäure auflöst; man gießt diese Auflösung in ein Gefäß aus Glas oder Porcellan, welches 3 Liter Wasser enthält. Sodann löst man zwei Hände

voll Kochsalz auf und gießt es in letzteres Gefäß: das Wasser wird milchig, und nach 12 Stunden ist ein weißes Pulver von Chlorsilber auf den Boden des Gefäßes niedergefallen; man gießt das oben schwimmende Wasser ab und wäscht das Pulver auf einem Filter. Sodann läßt man dieses Chlorsilber in Berührung mit Zinkstäben, die in Wasser eingetaucht sind, welches $\frac{1}{20}$ Schwefelsäure enthält, bis das Pulver eine schwärzliche Farbe angenommen hat, d. h. bis alles Chlorsilber reducirt ist. Man bewegt die Zinkstäbe alle 2 Stunden, um sie mit allen noch weißen Theilen in Berührung zu bringen, damit auch sie vom Wasserstoffe reducirt werden. Dieses Pulver wäscht und trocknet man nun, um sich desselben auf folgende Weise zu bedienen:

Man nimmt dem Gewichte nach 1 Theil dieses ganz trockenen Silberpulvers, 6 Theile Kochsalz und 3 Theile Weinsteinrahm, alles ganz trocken. Hierauf reibt man die Ingredienzien in einem Mörser aus Glas oder Porcellan dergestalt ganz fein, daß man nur die Mörserkeule dreht, nicht aber dieselbe stoßend anwendet. Diese Mischung muß man vor Feuchtigkeit bewahren und nur so viel bereiten, als man jeden Tag braucht.

Um sich dieses Pulvers zu bedienen, bereitet man daraus mit Wasser einen dünnen Teig, nimmt eine kurzhaarige Bürste mit 7 oder 8 Reihen, wie z. B. die Nagelbürsten, die aber nicht zu hart sein darf. Nachdem diese Bürste, um sie von Fett zu befreien, in Seifenwasser gewaschen ist, trägt man auf dieselbe von dem genannten Teige und bürstet dann das zu körnende Stück, indem man einige Touren nach rechts und einige nach links wendet, um keine längliche Körnung zu erhalten.

Je länger man bürstet, desto gröber wird das Korn. Etwa eine Minute ist ausreichend; hält man aber mit dem Bürsten zu lange an, so berühren sich alle Körner, und man erhält eine ebene Oberfläche ohne Körner, aber mit Vertiefungen. Alsdann muß man alles abschleifen und von neuem anfangen. Je mehr

Weinsteinsteinrahm man zusetzt, desto feiner und weißer ist das Korn.

Man körnt 6 oder 12 Gangwerke auf einmal, nachdem man sie zuvor mit Stiften auf einer Korktafel befestigt hat. Wem es noch an Uebung fehlt, der körnt gewöhnlich in der Mitte stärker, als an den Rändern, aber bei ein wenig Uebung kann man schon die Stärke des Kornes aus dem mehr oder weniger großen Widerstande erkennen, den man bei Führung der Bürste erfährt.

Endlich behandelt man die Stücke mit der Kratzbürste, um die Körnung zu lichten, denn sonst bekäme man ein mattes Korn. Die Kratzbürste muß schwach und sehr lang sein, 9 bis 10 Linien, damit sie gehörige Biegsamkeit behalte.

Man streicht sie häufig auf einem Reibeisen, um ihre Drähte zu ordnen; auch schneidet man diejenigen Drähte ab, welche länger als die andern sind, weil sie Riefen verursachen würden. Sobald die einzelnen Stücke hinlänglich glänzend sind, nimmt man sie von der Korktafel ab und vergoldet sie in einer guten Auflösung von beliebiger Farbe. Man läßt sie in der Auflösung etwa $\frac{1}{2}$ Stunde, je nachdem man eine mehr oder weniger starke Vergoldung erhalten will.

Die sämmtlichen Operationen beständen also in folgendem:

1) Reinigen in gesäuertem Wasser;
2) Abkratzen mit der Kratzbürste;
3) Vergolden;
4) Körnen;
5) Behandeln mit der Kratzbürste;
6) Vergolden in irgend einer beliebigen Farbe;
7) Behandeln mit der Kratzbürste.

Alle Stücke desselben Gangwerkes müssen zusammen im Goldbade und in derselben Entfernung von der Anode sein, sonst bekommen sie nicht dieselbe Farbe.

Man kann auch Silberpulver anwenden, welches man aus einer salpetersauern Auflösung mit Kupferplatten gefällt hat; häufig bedient man sich jetzt aber auch eines Pulvers, welches auf diese Weise dargestellt wird, daß man geschlagenes Silber mit Honig abreibt und nachher letzteres in Wasser auflöst. Dieses Pulver bezieht man, in der Regel, aus Paris.

In der allerneuesten Zeit hat man die drei ersten Operationen durch eine Reinigung in koncentrirten Säuren ersetzt und unmittelbar darauf das Körnen vorgenommen.

Gravirte Vergoldung mit polirten Reliefs.

Wenn die Gravirungen vollendet und die Reliefs gut geglättet sind, so reinigt man mit gesäuertem Wasser, wie früher, und giebt dann mittels der Batterie eine starke Vergoldung; hierauf färbt man, polirt die Reliefs, wie die Vertiefungen der Uhrgehäuse, und polirt zuletzt mit Leder.

Vergoldungen mit vergoldeten Gravirungen und mattsilbernen Reliefs.

Man vergoldet wie oben, erwärmt das Stück und überzieht es mit Gummilack; um die Reliefs bloßzulegen, nimmt man mit der Feile das Gummilack weg und körnt alsdann mittels der Bürste, nimmt aber viel Weinsteinrahm und wenig Kochsalz, um eine sehr feine und sehr weiße Körnung zu erhalten.

Das Gummilack löst man in Alkohol auf und hat nun eine vergoldete Gravirung mit mattweißen Reliefs. Diese Art der Verzierung ist viel schöner und viel feiner, aber die erste weit reicher.

Matte Vergoldung.

Bis jetzt hat man eine ziemlich große Zahl von Auflösungen für die matte Vergoldung. Ich habe alle versucht, die mir bekannt geworden sind, jedoch immer, ohne die angegebenen Resultate zu erlangen, so daß ich jetzt der Ueberzeugung bin, daß die Oberflächen, wenn man sie in eine Gold= oder Silberauflösung taucht, so wieder herauskommen, wie man sie eintauchte. Ist, zum Beispiel, ein Gegenstand vor dem Eintauchen matt, so ist er es auch später, und umgekehrt. Soll ein Gegenstand das Matt der Pendeluhren erhalten, so muß man ihn, wie oben, mit der Bürste versilbern, dann durch das Verfahren, welches bei dei den silbernen Zifferblättern angewendet wird, weiß machen.

Das Weißmachen der silbernen Zifferblätter.

3 Unzen Wasser setzt man 1 Unze Schwefelsäure zu; dieses angesäuerte Wasser bringt man in einer Porcellanschale zum Kochen und macht hierauf den silbernen oder versilberten Gegenstand braunroth, worauf man ihn in dieses siedende Wasser bringt. Nachdem man denselben etwa 30 Sekunden darin hat liegen lassen, ist er sehr schön mattweiß; man wäscht ihn mit warmem Wasser und trocknet ihn in einer Muffel, oder über einer Alkoholampe. Es ereignet sich manchmal, daß graue Flecke zum Vorschein kommen, und in solchem Falle muß man die Operation von neuem anfangen. Der Gegenstand, welcher weiß gemacht werden soll, muß an einem Drahte aus Platin oder Gold hängen, denn sonst würde er sicherlich fleckig.

Wenn man einen Gegenstand vergoldet, der erst, wie oben, in einem Bade von 40 oder 50° C. mattweiß gemacht worden ist, so erhält man eine vortreff=

lich matte Vergoldung, die man noch erhöhen kann, wenn man einige Theile polirt, wie man es mit der Feuervergoldung zu machen pflegt.

Läßt man die Stücke zu lange in der Auflösung, so nehmen sie eine braune Färbung an; alsdann muß man die Kratzbürste anwenden und das Verfahren von neuem beginnen. Uebrigens wird die Vergoldung dadurch nur um so schöner und stärker.

Vorbereitung der Gegenstände, welche vergoldet werden sollen.

Will man einen Gegenstand aus Eisen oder blau angelaufenem Stahl vergolden, so bringt man ihn in ein Wasser, welches mit $\frac{1}{10}$ Salpetersäure angesäuert worden ist, um die blaue Farbe zu beseitigen, die aus einer Schicht von Eisenoxyd besteht, welches sich in dieser Säure auflöst und das Anhaften des Goldes sonst verhindern würde.

Wenn das Stück mit Fett beschmutzt ist, so wäscht man es in einer kochenden Auflösung von Kali oder Natron, oder bürstet es auch wohl mit Seifenwasser ab.

Statt der Salpetersäure kann man, was sogar noch besser ist, salpetersaures Quecksilber nehmen.

Man thut endlich wohl, vor dem Vergolden das Stück 15 Minuten lang in Wasser liegen zu lassen, welches 3% salpetersaures Quecksilber enthält. Um das fragliche Stück auf eine dauernde Weise zu versilbern, ist diese Operation durchaus nothwendig, weil das Silber sich sonst nicht auf eine dauerhafte Weise auf dem Eisen festsetzt.

Von der Anordnung der Stücke im Bade.

Bedient man sich einer Auflösung von ganz feinem Golde, so muß die Anode von gleichem Goldgehalte

sein, wie das Gold der Auflösung, weil die Anode sich auflöst, und nähme man dazu ein geringhaltigeres Gold, so würde dadurch die Auflösung verändert.

Es versteht sich von selbst, daß beim Versilbern die Anode aus einem Siberbleche besteht. Die Anode muß immer früher, als die Kathode in die Auflösung eingetaucht werden; aber sie dürfen im Bade einander nicht berühren.

Von den Goldfarben.

Man kennt bei uns dreierlei Manieren, das Gold zu färben, und zwar: 1) durch eine Mischung von Salzen in verschiedenen Verhältnissen, je nach dem gewünschten Tone; 2) durch Glühwachs, womit man die Stücke überzieht; und 3) durch Goldbäder, mit Zusatz von Salzen.

Man vergoldet sehr stark mit einer Auflösung von Gold und Kupferzusatz; man erhitzt die Stücke und taucht sie in eine kochende Mischung folgender Salze:

Salpeter	40	Grammen,
Alaun	25	"
Kochsalz	35	"

Man schmelzt diese Salze entweder in ihrem Krystallisationswasser, oder setzt sehr wenig Wasser zu. Man erhitzt hierauf das Stück, bedeckt es mit Glühwachs und erhitzt es von neuem, bis das Wachs Feuer fängt. Man legt es sodann einige Augenblicke in wesentliches Terpentinöl, um das Wachs aufzulösen, und wendet dann die Kratzbürste an, wie auch für das nachfolgende Recept. Auf dem Stücke ist eine dünne Kupferschicht reducirt und niedergeschlagen worden, von welcher die rothe Farbe herrührt, Man macht auch grünes Glühwachs, indem man, statt des essigsauren Kupfers, schwefelsaures Zink oder salpetersaures Silber nimmt.

Glühwachs.

Gelbes Wachs	120	Grm.
Grünspan	30	„
Kupfervitriol	30	„
Alaun und armenischer Bolus, von jedem	30	„

Man läßt die Ingredienzien mit einander schmelzen und macht daraus runde Stäbchen.

Mit Goldbädern zu färben.

Man giebt die gelbe Farbe mit einer Auflösung von reinem Gold oder Dukatengold.

Die rothe Farbe erlangt man mit dem vorhergehenden Bade, welchem man mehr oder weniger Kupferauflösung zusetzt, je nach der mehr oder weniger rothen Färbung, die man erlangen will.

Das grüne Gold ist noch immer Dukatenauflösung, welcher man Silberauflösung zusetzt, um die Farbe der Quecksilbervergoldung nachzuahmen; man nimmt 22 Theile feines Gold und 2 Theile Silber. Uebrigens lassen sich die Verhältnisse, je nach Geschmack, verändern.

Goldauflösung.

Von allen angegebenen Verfahrungsarten wird die folgende, als die einfachste, die am leichtesten herzustellen ist und immer gute Resultate giebt, hier allgemein angewendet.

Man walzt einen Dukaten, glüht ihn, um das Fett zu verbrennen, und löst ihn in 1 Unze Königswasser, aus 3 Gewichtstheilen Salzsäure und 2 Theilen Salpetersäure zusammengesetzt, auf. Sobald das Gold in einer Retorte mit Hülfe der Wärme aufgelöst ist, gießt man in eine Porcellanschale ab und läßt auf dem

Boden der Retorte das weiße Pulver von Chlorsilber zurück. Man dunstet langsam ab, bis die Flüssigkeit eine braunrothe Farbe angenommen hat; alsdann setzt man ein halbes Glas destillirtes Wasser zu.

Man löst Cyankalium in destillirtem Wasser auf, filtrirt und setzt die Auflösung in kleinen Portionen unter Umrühren mit einem Glasstäbchen der Goldauflösung zu. Nun trübt sich die Flüssigkeit; fährt man aber fort, Cyankalium zuzugießen, so wird die Flüssigkeit wieder hell. Sobald sie hell geworden ist, setzt man kein Cyankalium mehr zu, kocht sie einige Minuten lang, filtrirt und verdünnt sie auf den Dukaten wenigstens mit einem und höchstens mit zwei Litern destillirten Wassers. Ich habe indessen die Bemerkung gemacht, daß eine sehr verdünnte Auflösung immer gute und schöne Vergoldungen giebt, was von einer sehr koncentrirten Auflösung sich nicht behaupten läßt; hat man sich der Auflösung einige Zeit lang bedient, so muß man dieselbe filtriren. Man nimmt dazu weißes, ungeleimtes Papier, nicht aber Josephpapier, wie einige chemische Werke angeben, weil nämlich das Josephpapier eine gewisse Quantität der Auflösung absorbirt und schlecht filtrirt.

Silberauflösung.

Man löst das feine Silber in Salpetersäure auf, dunstet bis zur Trockne ab, löst dann die Krystalle in ein wenig destillirtem Wasser und setzt so viel Cyankaliumlösung zu, daß sich das gebildete Cyansilber auflöst. Es tritt manchmal der Fall ein, daß die Flüssigkeit beim Zusatz von Cyankalium schwarz wird, was daher rührt, daß man die Flüssigkeit nicht hinlänglich abgeraucht hat. In solchem Falle läßt man die Flüssigkeit zwei Tage lang ruhig stehen, worauf sie hell geworden sein wird. Man filtrirt nun und verdünnt auf die Unze Silber mit 1 Liter Wasser.

Kupferauflösung.

Soll das aufgelöste Kupfer den vorhergehenden Auflösungen zugesetzt werden, so bewirkt man die Auflösung ganz so, wie diejenige des Silbers; will man aber das Kupfer an und für sich auflösen, so macht man blos eine Auflösung von Kupfervitriol in Wasser.

Cyankalium.

Da diese Zubereitung ziemlich schwierig und gefährlich ist, so gebe ich denjenigen Personen, die in chemischen Manipulationen keine große Gewandtheit besitzen, den Rath, dieses Präparat nicht selbst zu bereiten, indem man es in den Fabriken chemischer Erzeugnisse überall haben kann. Um indessen nichts zu übergehen, will ich auch die Darstellung des Cyankaliums beschreiben.

Man zerreibt und trocknet 8 Gewichtstheile gelbes, blausaures Kali und macht es ebenso mit 3 Theilen reinem kohlensauren oder doppeltkohlensauren Kali; man mengt und giebt die Mengung portionenweise in einen hessischen oder einen weißglühenden Graphitschmelztiegel; man unterhält das Feuer, und sobald die Masse im Fluß ist, taucht man ein vorher erwärmtes Glasstäbchen ein. Wenn dieses beim Herausziehen mit einer hellen und weißen Substanz bedeckt ist, so nimmt man den Schmelztiegel aus dem Feuer und gießt den Inhalt desselben in einen gut gereinigten eisernen Gießbuckel aus, und sobald er erkaltet ist, bewahrt man ihn in einer gut verstöpselten Flasche.

Aussparungen zu machen.

Für diesen Zweck bedient man sich, in der Regel, fetter oder harziger Substanzen, mit denen man an den

zu vergoldenden Gegenständen solche Stellen überzieht, die nicht vergoldet werden sollen, z. B. diejenigen Theile eines silbernen Gefäßes, welche die Farbe des Silbers behalten sollen.

Es hält sehr schwer, dergleichen Substanzen zu finden, die dem Zwecke vollkommen entsprechen; denn manche von ihnen lösen sich in Cyankalium auf und andere sind schwieriger zu verdünnen und gestatten nicht, Zeichnungen damit auszuführen. Diese Substanzen sind übrigens verschiedener Art, je nach dem Zwecke, den man damit zu erreichen sucht. Um z. B. eine große Fläche damit zu bedecken, wie die Rückseite einer Münze, kann man ein weißes Wachs oder Gummilack anwenden. Um eine Zeichnung auszuführen oder feine Striche zu überziehen, nimmt man Kopalfirniß oder Asphaltöl.

In Neufchateller Uhrenfabriken werden dergleichen Aussparungen sehr selten angewendet, weil sie keine reinen Striche geben, und man vergoldet deshalb lieber ein ganzes silbernes Stück, um später die Theile, welche sich weiß darstellen sollen, zu graviren oder zu guillochiren.

Neunzehntes Kapitel.

Merkwürdige Uhren.

Ueber elektrische Uhren, von W. Fardely*).

Gleichzeitig mit den in den letzten Jahren ins Leben getretenen elektrischen Telegraphen kam man auf die Idee, die elektromagnetische Kraft auch auf Uhren anzuwenden, und zwar, um eine beliebige Anzahl Uhren stets in übereinstimmendem Gange zu erhalten, mit andern Worten, die Zeit zu telegraphiren.

Die Lösung dieser Aufgabe wäre für Eisenbahnen ganz besonders erwünscht, und obgleich von Wheatstone, Steinheil und Bain dergleichen Uhren früherhin zuerst bekannt gemacht wurden, so haben dieselben, so viel uns bekannt, bis jetzt nur noch sehr beschränkte Anwendung gefunden. Der Grund hierzu liegt offenbar darin, daß es unbedingt nothwendig ist, durch kostspielige Drahtverbindung alle diese Uhren in Verbindung mit einander zu bringen. Eine über der

---

*) Mannheimer Gewerbvereinsblatt 1846, Nr. 9 und 16.

Erde geführte Verbindung, wie jetzt bei elektrischen Telegraphen gebräuchlich, würde zwar bedeutend weniger kostspielig sein, wie eine unterirdische, aber man würde dann zu gewärtigen haben, daß bei Gewittern der übereinstimmende Gang dieser Uhren durch das bei jeder nahen Entladung einer Wolke zerstörte elektrische Gleichgewicht gleichzeitig gestört würde. Ob eine unterirdische, auf weite Strecken geführte Leitung diesen Einwirkungen der Gewitter nicht unterworfen, ist noch nicht zur allgemeinen Kenntniß gebracht worden. Bei elektrischen Telegraphen können diese Einwirkungen der Gewitter durch eine einfache Vorrichtung unschädlich gemacht werden, durch welche die Apparate augenblicklich ausgeschlossen, der Kreis oder die Telegraphenlinie aber in sich geschlossen bleibt.

Ein zweiter Umstand, diese Uhren bisher als noch nicht in gehöriger Vollkommenheit zu betrachten, lag in dem Mangel einer Quelle der Kraft oder galvanischen Batterie, welche auf lange Zeit hinaus wirksam blieb und keiner Aufsicht bedurfte.

Diese oben erwähnten elektrischen Uhren waren nun im Grunde bisher blos telegraphische Uhren oder Zeittelegraphen, und es war dabei immer nöthig, eine Normaluhr in Anwendung zu bringen, welche auf gewöhnliche Art durch Gewichte 2c. ihre bewegende Kraft erhielt, und welche ihre Zeit dann auf die mit ihr in Verbindung stehende Anzahl entfernt stehender Uhren telegraphirte.

Ein weiterer Schritt zur Vervollkommnung bestand nun darin, die Normaluhr selbst durch galvanische Kräfte im Gange zu erhalten, oder auch nur eine für sich gehende Uhr (ohne Bezug auf Telegraphiren der Zeit) herzustellen, welche ohne Gewicht oder Feder durch galvanische Kraft allein im Gange gehalten wird. Wir finden verschiedenartige Angaben hierzu, in der letzten Zeit von den Herren Wadham, Parnell und Andern, nach welchen der Pendel entweder zwischen Elektromagneten schwingt, oder eine Feder, als indirekte bewe-

gende Kraft, immer von neuem durch elektromagnetische Kraft aufgezogen wird.

Einen älteren Versuch, Uhren durch einen Pendel in Bewegung zu bringen, welcher abwechselnd von den beiden Polen einer Zambonischen Säule angezogen und abgestoßen wird und zwischen diesen beständig hin und her schwingt, glauben wir kaum erwähnen zu sollen, da derselbe der Erwartung nicht entsprochen hat und völlig aufgegeben ist.

Alle diese Einrichtungen, so sinnreich sie auch sein mögen, sind jedoch bis jetzt nicht in Aufnahme gekommen, ohne Zweifel, weil die Kraft, welche dazu verwendet werden mußte, zu groß war, und man deshalb auch dabei Batterien mit Säuren 2c. anwendete, die nach einiger Zeit nothwendig wieder renovirt werden mußten. Herr Bain, durch seine vielfachen sinnreichen Erfindungen auf dem Felde des Elektromagnetismus bekannt, war es, dem es zuerst gelang, eine elektrische Uhr durch die von ihm entdeckte galvanische Kraft, welche die natürliche Feuchtigkeit der Erde erzeugt, wenn Platten von verschiedenartigem Metall darin vergraben werden, in Bewegung zu setzen. Diese Erdbatterie ist von stets gleicher Wirkung, so lange, bis im Verlaufe der Zeit eines der Metalle sich langsam in Oxyd verwandelt hat.

Eine solche Uhr, deren Einrichtung aber nicht speciell bekannt gemacht worden ist, wurde vor Kurzem in der Akademie zu Paris vorgezeigt*). Dieß ist nun eine

*) Herr Professor Schröder, Redakteur des Mannheimer Gewerbvereins=Blattes, theilt aus den Vorträgen Arago's in der Sitzung der Pariser Akademie am 13. und 29. Okt. v. J. über die Bain'schen Uhren Folgendes mit:

Die elektrischen Uhren gleichen in Ansehung des zum Reguliren der Bewegung der Zeiger bestimmten Räderwerks den gewöhnlichen Pendeluhren, doch geht ihnen der ganze zum Aufziehen dienende Theil des Werkes ab, da derselbe nicht nöthig ist, indem die elektrischen Uhren ein wirkliches **perpetuum mobile** darstellen. Wegen der Einfachheit ihres Mechanismus und weil alles Stocken,

sehr schöne und nützliche Vervollkommnung für den gewöhnlichen Privatgebrauch, es dürfte aber nicht überall thunlich sein, Metallplatten in die Erde zu graben.

---

das beim Aufziehen anderer Uhren stattfindet, wegfällt, ist ihr Gang im Allgemeinen regelmäßiger, als der der gewöhnlichen Pendeluhren; sollte er jedoch nicht völlig richtig sein, so läßt er sich leicht durch Stellen am Pendel reguliren. Eine von Bain zu Anfang des J. 1844 aufgestellte Uhr hat binnen Monatsfrist nicht über eine Minute variirt, und in den öffentlichen Gebäuden Edinburghs befinden sich deren mehrere, die ebenso richtig gehen. — Das Pendel wird durch die Elektricität in Bewegung erhalten, welche durch Drähte einem an der Basis befindlichen und mit Magneten (welche die Ausgleichung der Strömung bewirken) in Verbindung stehenden Drahtgewinde zugeführt wird. Die Elektricität geht nicht von einer Volta'schen Säule oder Batterie, sondern von der Erde aus; zwei Drähte streichen vom Pendel in ein in die Erde gegrabenes Loch, das bis zu einer Tiefe reicht, in welcher die Erde beständig feucht ist. Der eine Draht ist um eines von mehreren Stücken Holzkohle, die in den Boden eingegraben sind, gewunden, der andere an eine Zinkplatte befestigt, oder um eine Gas- oder Wasserröhre von Zink gelegt, wodurch der Zweck eben so gut erreicht wird. So erlangt man aus der Erde einen ununterbrochenen elektrischen Strom, und wenn die Uhr einmal im Gange ist, so geht solche immer fort. Dieser Apparat braucht indessen nicht vervielfältigt zu werden, wenn mehrere Uhren in demselben Hause aufgestellt sind. Es können deren zwanzig und mehrere durch Verbindungsdrähte, die mit dem Pendel derjenigen Uhr kommuniciren, welche direkt von der Elektricität bethätigt wird, in Gang gesetzt werden, und die Kosten einer solchen elektrischen Uhr sind nicht bedeutender, als die für gewöhnliche Pendeluhren, und können nach Umständen viel geringer sein.

In der Sitzung vom 29. Oktober v. J. zeigte Arago der Akademie mehrere der Bain'schen Uhren vor, die bei dieser Gelegenheit mittels einer kleinen Volta'schen Batterie in Bewegung gesetzt wurden, da es zu umständlich gewesen wäre, wenn man die Drähte blos für diese Gelegenheit hätte in die Erde einsenken wollen. Bei einer Tiefe von 4—5 Fuß unter der Erdoberfläche findet man stets eine hinreichend starke Einwirkung von Elektricität, um selbst die größte der bis jetzt angefertigten Uhren in Bewegung zu erhalten. Von den bei dieser Gelegenheit vorgezeigten Uhren war die eine so groß, wie eine gewöhnliche Wanduhr, und an dieser war das Pendel angebracht; die andere hatte die Gestalt einer Stutz- oder Tischuhr und war ohne Pendel, indem sie von demjenigen der Wanduhr mit in Bewegung gesetzt wurde. Das Pendel

Ich war seit längerer Zeit mit vielfachen, zeitraubenden Versuchen beschäftigt, um eine stets wirkende galvanische Kraft, besonders zu telegraphischen Zwecken, zu erhalten, und es ist mir endlich gelungen, eine galvanische Kombination zu finden, die nach den bisher lange Zeit hindurch fortgesetzten Versuchen eine unbestimmt lange Zeit in Wirksamkeit bleibt, ohne daß eine Erneuerung nöthig wäre.

In einem besondern Artikel über galvanische Batterien behalte ich mir vor, hierauf zurückzukommen.

Eine elektromagnetische Uhr ist seit November vorigen Jahres durch diese Kraft in beständiger Bewegung und dürfte, allem Anscheine zufolge, nach Jahren noch ohne andere Zuthat in Bewegung sein, als daß der Batterie von Zeit zu Zeit etwas Wasser und nach Jahren ein neues Zinkblech gegeben wird. Die Uhr selbst wird unmittelbar durch das Pendel fortbewegt, und durch die besondere Einrichtung bedarf es nur einer äußerst geringen Kraft, um den schweren Halbsekunden-Pendel in voller Bewegung zu erhalten. Außerdem ist eine Vorrichtung angebracht, um irgend eine Anzahl mit dieser Uhr in Verbindung stehender Uhren, wovon jede ihre eigene Batterie hat, im Gange zu erhalten, so daß dieselbe, als telegraphische Uhr gebraucht, alle Uhren in einem Hause oder in einem Stadtviertel (überhaupt irgend eine Anzahl Uhren) in Bewegung setzen

---

wirkt auf das Sperrrad ein und setzt so das Uhrwerk in Bewegung. Die Uhr hört nie auf zu gehen, so lange der Boden, in welchen die Drähte eingesenkt worden sind, feucht bleibt, und wenn dieß in einem Keller oder überhaupt an einem vor der Einwirkung der Luft und Sonne geschützten Orte geschieht, so ist der Gang der Uhr dauernd gesichert Uebrigens geht die Uhr vollkommen gleichförmig, mag nun die auf sie einwirkende elektrische Strömung stärker oder schwächer sein, wenn sie nur diejenige Intensität besitzt, die zur Bewegung des Pendels überhaupt nöthig ist; denn mit dem Pendel ist ein sinnreicher Apparat in Verbindung gesetzt, welcher die Ausgleichung der Strömung bewirkt, so daß das Pendel stets gleichförmig hin- und herschwingt. Geht die Uhr nicht regelmäßig, so liegt der Fehler im Räderwerk.

kann, welche durch ein einziges Pendel regulirt werden, wie dieß bei den telegraphischen Uhren früher in Vorschlag gebracht wurde. Daß diese Einrichtungen bald zu praktischer Anwendung kommen werden, ist mit Gewißheit anzunehmen; es ist hier nun gerade wie mit den elektromagnetischen Telegraphen, man darf nur wollen.

Diese Uhren eignen sich in jetziger Gestalt vorzüglich für Komptoirs, Wirthschaftssäle ꝛc., können aber ohne Zweifel, in kleinem Raume ausgeführt und elegant ausgestattet, auch als Luxusuhren dienen, die dann niemals aufgezogen werden müßten. Sie lassen sich aufs Genaueste reguliren. Ein Schlagwerk haben sie bis jetzt nicht, es wäre jedoch möglich, auch ein solches mit diesen Uhren in Verbindung zu setzen.

Die elektrische Uhr, deren ich vorher erwähnte, ist seit länger als einem halben Jahre in beständig gleichmäßigem Gange. Die Kraft, welche dieselbe in Bewegung hält, ist eine eigenthümliche galvanische Batterie, aus einem Elemente bestehend, welches kaum mehr als einen halben Kubikfuß Raum einnimmt; sie ist, um die Verdunstung der Flüssigkeit zu verhindern, luftdicht verschlossen.

Diese Batterie wird, ohne die geringste Zuthat, auch nach Jahren noch in gleich starker Wirkung bleiben und kann, wenn es nöthig werden sollte, augenblicklich, ohne den Gang der Uhr zu unterbrechen, mit ganz geringen Kosten von wenigen Kreuzern erneuert werden.

Diese eine Uhr, welche auf das Genaueste regulirt ist, kann nun einer unbegrenzten Anzahl anderer Uhren die Zeit zutelegraphiren, so daß dieselben stets, auch in den entferntesten Theilen der Stadt, bis auf eine Sekunde die nämliche Zeit anzeigen.

Der Vortheil und die Annehmlichkeit einer solchen Einrichtung wird wohl von Keinem bestritten werden können; das Einzige, was der unmittelbaren Ausführung im Wege steht, ist der Umstand, daß alle diese

Uhren durch Metalldrähte mit einander in Verbindung gebracht werden müssen, wodurch man sich die Sache viel schwieriger in der Ausführung denkt, als sie wirklich ist.

Es ist in dieser Hinsicht die Sache genau mit der Gasbeleuchtung zu vergleichen, nur mit dem Unterschiede, daß die Kosten für die Anlage einer Gasbeleuchtung groß, jene für die Herstellung solcher telegraphischer Uhren aber, im Vergleich zu der Annehmlichkeit und dem Nutzen, den sie gewähren würden, wahrlich gering sind.

Meine Ansicht, wie nun diese Uhren mit geringen Kosten und zwar nach und nach ausgeführt werden könnten, ist folgende:

Man denke sich eine solche stets gehende elektromagnetische Uhr in irgend einem Theile der Stadt, z. B. bei einem Uhrmacher, aufgestellt, welcher das Pendel reguliren und die Uhr nöthigenfalls richten könnte; von dieser Uhr ginge nun eine Drahtverbindung nach einem benachbarten Hause, wo man eine mit ihr gehende Uhr zu haben wünscht; von dieser zweiten Uhr kaun ein dritter Hausbesitzer eine Drahtverbindung für eine dritte Uhr anlegen, von dieser wieder ein vierter u. s. w. in beliebiger Anzahl.

Auch kann jeder einzelne Hauseigenthümer, hat er nur erst eine solche Uhr, sich von dieser Uhr aus in jedem beliebigen Stockwerke, in jedem beliebigen Zimmer so viele elektrische Uhren anbringen lassen, als es ihm gefällt. Auch könnten hier und da, außen an den Gebäuden, für die Bequemlichkeit des Publikums dergleichen Uhren mit Vortheil angebracht werden.

Auf solche Weise würde nach und nach die ganze Stadt mit solchen Uhren versehen werden können, und ein immerwährendes elektrisches Pulsiren würde den Einwohnern stets genau die Zeit zutelegraphiren.

Die Drahtverbindung kann innerhalb der Häuser, allenfalls auf den Speichern unter dem Dache, angebracht werden. Da, wo die Verbindung über die Straße

geführt werden muß, wird es genügen, den Draht geradezu unter das Pflaster zu legen, nachdem derselbe vorerst mit Baumwolle und Kautschuk oder Marineleim überzogen wurde.

Die Drähte können sehr dünn genommen werden, ein Millimeter dick würde genügen, und mehrere hundert Fuß würden nur ein Paar Gulden kosten.

Die Kosten einer jeden einzelnen Uhr mit sehr einfachem Mechanismus würden, nach Umständen, 12 bis 20 Gulden betragen.

Mag auch die Ausführung eines solchen Planes Manchem befremdend und gar übertrieben erscheinen, so ist sie doch eben nicht schwieriger, wie so manches Andere, was man im Anfange für unmöglich hielt und verspottete, wovon uns Dampfschifffahrt, Eisenbahnen, elektrische Telegraphen ꝛc. als Beispiel dienen.

Herr Prof. Schröder bemerkt hierzu: „Wie wir aus vorstehender Mittheilung des Herrn Fardely ersehen und wie wir uns in dessen Wohnung persönlich überzeugt haben, hat derselbe die Einrichtung einer unbegrenzten Anzahl elektrischer, mit einander kommunicirender Uhren auf so einfache, leicht zu erfüllende und allen praktischen Bedürfnissen genügende Bedingungen zurückgeführt, daß es nunmehr ein Leichtes ist, jedes Haus der Stadt Mannheim für einen Preis von 12 bis 20 Gulden per Stück mit Uhren zu versehen, welche sämmtlich unter einander auf die Sekunde übereinstimmen und niemals aufgezogen zu werden brauchen. Für die ganze Stadt Mannheim werden die Drahtleitungen für solche Uhren am zweckmäßigsten dann gelegt werden, wenn für dieselbe, was in den nächsten Jahren wohl geschehen wird, eine Gasbeleuchtung eingerichtet wird, indem das Pflaster dann, um die Uhren einzurichten, nicht eigens aufgerissen werden muß. Ehe diese günstige Gelegenheit eintritt, muß die Sache jedoch durch einen Anfang vor Jedermanns Augen offen liegen, ihre Vortheile müssen erkannt, der Wunsch, daß sie ausgeführt werde, muß bereits allgemein sein. Es handelt

sich daher jetzt darum, daß in irgend einem Quadrate der Anfang gemacht werde, daß sich in irgend einem Quadrat eine Anzahl Hausbesitzer und Einwohner zusammenfinden, welche dahin übereinkommen, den Versuch mit solchen Uhren zu machen; und je mehrere ihrer sind, desto billiger wird jeder Einzelne seine Uhr erhalten können. Hoffen wir, daß es dem Gewerbverein gelingen möge, eine kleine Gesellschaft dieser Art aus irgend einem Quadrat der Stadt zu bilden, und daß eine bewundernswürdige Idee, zu deren praktischer Verwirklichung die wesentlichsten Fortschritte in unserer Stadt gemacht worden sind, auch zuerst den Einwohnern der Stadt Mannheim eine Quelle von Annehmlichkeiten und Bequemlichkeiten werden möge.

Alex. Bain's Verbesserung an elektrischen Uhren.

Die patentirte Erfindung des Herrn Bain besteht darin, daß ein starkes Uhrwerk einen Magneten in drehende Bewegung versetzt, wodurch in verschiedenen Drahtrollen zu gewissen Zeitabschnitten momentane elektrische Ströme durch Induktion entstehen, und daß dieses Uhrwerk durch ein anderes fortwährend kontrolirt und regulirt wird. Fig. 337 zeigt einen Grundriß und Fig. 338 einen vertikalen Durchschnitt davon. Die mit isolirtem Drahte bezogenen Rollen, deren jede zu einer Uhr oder zu einem ganzen Systeme von Uhren gehört, sind in einem Kreise aufgestellt, in dessen Mittelpunkte eine vertikale Achse a drehbar ist, an welche zwei starke Magnete, b und c, mit gleichen Polen über und unter den Drahtrollen befestigt sind. Die Achse a wird durch irgend eine Kraft, am besten durch ein von Gewichten getriebenes Uhrwerk in rotirende Bewegung versetzt. Das eine Ende des Drahtes jeder Rolle ist mit der feuchten Erde, das andere Ende mit je einer Drahtleitung in Verbindung, in welcher sich eine oder mehrere elektrische Uhrwerke befinden; das letzte Ende jeder die-

ser Drahtleitungen ist wieder mit der Erde in Verbindung gesetzt, so daß der elektrische Strom, nachdem er die Uhrwerke durchlaufen hat, in der Erde zurückkehren und seinen Kreislauf vollenden kann. Der Gegenstand des gegenwärtigen Patents betrifft nicht die Erzeugung elektrischer Ströme mittels eines durch ein Uhrwerk in Bewegung gesetzten Magneten, um dadurch andere Uhrwerke in Gang zu bringen, sondern die Regulirung jenes Uhrwerkes durch ein anderes, genau gehendes, welches in gewissen Zeitabschnitten eine leichte Arretur des größeren Uhrwerkes auszulösen hat. Wenn die Achse a mit den Magneten b c in jeder Minute eine Umdrehung machen soll, so muß das Rad d, welches zum regulirenden Uhrwerke gehört, in einer Minute genau eine Umdrehung vollbringen; e ist ein daran befestigter Stift, welcher einen Winkelhebel f so weit seitwärts bewegt, daß er den auf der Achse des Windflügels W vom großen Triebwerke befestigten Arm g losläßt, wodurch letzteres in Gang kommt und mittels der Welle h und der Kegelräder i j die Achse a mit den Magneten in rotirende Bewegung versetzt wird. Auf der Achse h sitzt eine Scheibe k mit einer Kerbe, in welche sich die Hemmung l einlegt.

Wenn nun die Welle durch das starke Triebwerk in weniger als einer Minute einmal herumgedreht wird, so geschieht die Regulirung auf folgende Weise: sobald der Stift e an dem Winkelhebel f anstößt und das andere Ende desselben den Arm g freiläßt, so tritt das große Triebwerk in Wirksamkeit; die Scheibe k bewirkt durch ihre Umdrehung, daß die Hemmung l aus der Kerbe heraustritt, jedoch auf deren Peripherie die Scheibe liegen bleibt, bis dieselbe eine volle Umdrehung gemacht hat, worauf dann die Hemmung l wieder in die Kerbe einfällt und der Hebel f sich in den Arm g des Triebwerkes einlegt; das letztere bleibt nun so lange in Ruhe, bis es durch den Stift e wieder von Neuem aufgelöst wird.

Ueber das Projekt der galvanischen Uhren zu Berlin, von Dr. August Kramer.

Die Einführung der galvanischen Uhren, welche in der Stadt vertheilt und durch eine unterirdische Drahtleitung mit einander in Verbindung gesetzt werden, hat bekanntlich den Zweck, jedem Theilnehmer gegen Bezahlung eines Eintrittsgeldes und eines mäßigen laufenden Beitrags von Minute zu Minute genau diejenige Zeit anzugeben, welche eine auf dem Ausgangspunkte der galvanischen Kraft aufgestellte Normaluhr anzeigt. Es braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, wie wichtig und höchst wünschenswerth für eine Stadt von größerer Ausdehnung und von lebhaftem Verkehr eine solche Einrichtung sein muß, vorausgesetzt, daß die Leiter des Unternehmens den Gang der Thurm- und Eisenbahnuhren mit ihrer untadelhaften Normaluhr gewissenhaft im Einklang erhalten. Die Ueberzeugung von der Nützlichkeit hat auch bereits in Leipzig eine solche Einrichtung ins Leben gerufen. Dort ist der Leitungsdraht nicht unterirdisch, sondern an den Häusern entlang geführt, um später in die Wände eingelassen und gehörig sicher gestellt zu werden. Letzteres ist darum unerläßlich, damit der Draht nicht so leicht durch Zufall, Fahrlässigkeit oder bösen Willen zerstört und dadurch sämmtliche galvanische Uhren zum Stillstehen gebracht werden können. Ebenso bedürfen auch die Leitungen, welche in die Häuser hinein nach den einzelnen galvanischen Uhren hinführen, des sorgfältigsten Schutzes, denn auch hier ist es einem Muthwilligen etwas Leichtes, durch Zertrennen des Drahtes wenigstens für den Zeitraum einer Nacht alle galvanischen Uhren der Stadt anzuhalten. Auch in Berlin geht man jetzt damit um, galvanische Uhren einzurichten. Nur der letztgenannte Uebelstand der leichten Zerstörbarkeit innerhalb der Wohnungen scheint noch den einzigen Stein des Anstoßes zu bilden. Was ist natürlicher, als daß man auf Mittel und Wege sinnt, ihn zu beseitigen. Sollte

es denn, fragt man, gar nicht möglich sein, eine solche Verbindung unter den einzelnen galvanischen Uhren herzustellen, daß die Zerstörung des nach einer derselben führenden Zuleitungsdrahtes nur eben diese eine beträfe, die übrigen aber in ihrem regelmäßigen Fortgange weiter nicht störte? etwa wie die Verstopfung einer von der Hauptgasleitung nach einem Häuse führenden Röhre nur diesem einen Hause und keinem der übrigen den Gasstrom abschneidet. Es wäre ein Leichtes, derartiges auszuführen, wenn der galvanische Strom, bezüglich seiner Fortpflanzung in einem metallischen Leiter und seiner Verzweigung im Ableitungsdrahte keine anderen Gesetze befolgte, als eine durch Druck zum Ausströmen gezwungene Gasmenge. Man brauchte ja nur auf dem Ausgangspunkte eine galvanische Batterie aufzustellen, den einen Pol derselben mit der Erde in gut leitende Verbindung zu setzen und von dem andern Pole aus einen sorgfältig isolirten Leitungsdraht durch alle Straßen zu führen und an verschiedenen Punkten isolirte Drähte nach den einzelnen galvanischen Uhren abzuzweigen, endlich die auf der andern Seite der Uhren hervorkommenden Enden mit der Erde in gut leitende Verbindung zu setzen, zu deren Erlangung man sich (ohne Platten einzugraben) der Gasleitungsröhren bedienen könnte, wo solche in der Nähe sind. Nunmehr wird der durch die galvanische Batterie erzeugte Strom allerdings sich nach den einzelnen Uhren hin verzweigen, und stände somit der wirklichen Ausführung gar nichts im Wege, wenn die, durch die Zweigdrähte abfließenden, Stromtheile — eine große Anzahl Uhren vorausgesetzt — auch nur annähernd einander gleich gemacht werden können. Beschränken wir aber auch die Menge der Uhren auf die bescheidene Anzahl weniger Hunderte und nehmen wir an, daß jede von der nächstfolgenden etwa um 400 Fuß, d. i. 160 Schritte entfernt, aufgestellt ist, was gewiß von der Wahrheit im Allgemeinen nicht bedeutend abweichend wird, machen wir endlich die für die Möglichkeit der Ausführung äußerst günstige

Voraussetzung, daß der auf einen Elektromagneten aufgewickelte Multiplikatordraht dem galvanischen Strome einen 600 mal so großen Widerstand entgegensetze, wie ein 400 Fuß langes Stück des isolirten Hauptdrahtes (d. h. daß ein Elektromagnet einen Leitungswiderstand von 10 Meilen eines eine Linie dicken Kupferdrahtes besitze), so wird dennoch durch die der galvanischen Batterie am nächsten befindliche Abzweigung sogleich der fünfundzwanzigste Theil des galvanischen Stromes abfließen und nur $\frac{24}{25}$ werden in dem Hauptdrahte weiter fließen, um die übrige große Anzahl Uhren in Bewegung zu setzen. Den mathematischen Beweis hierfür läßt der Verfasser folgen und zeigt, daß es für die Ausführung unmöglich ist, viele Uhren durch eine und dieselbe galvanische Kette in der vorgeschlagenen Weise in Bewegung zu setzen. Denn es ist wohl unausführbar, den Uhren eine solche Einrichtung zu geben, daß die von der Batterie am weitesten entfernten mit einem kleinen Bruchtheile derjenigen Kraft einen sichern Gang erlangten, welche die näheren in Bewegung setzt. Es können vielmehr in der Anwendung die Werke nur einander ähnlich und so ausgeführt werden, daß die einzelnen zum sichern Gehen eine nicht ungleiche Kraft verlangen.

Ja, wenn nur die Stromstärke nicht so reißend schnell abnähme, dann könnte man vermittelst eines zweiten isolirten Leitungsdrahtes und einer zweiten mit ihren Polen in gehöriger Weise eingeschalteten, ebenfalls auf dem Ausgangspunkte aufgestellten Batterie, den am äußersten Ende befindlichen Elektromagneten kräftig, den in der Mitte liegenden wenigstens einigermaßen von dem andern Ende des Hauptdrahtes her zu Hülfe kommen.

Da nun also nach den Gesetzen der Stromverzweigung der näheren Uhren bei weitem der größte Theil der durch die Batterie erzeugten Kraft zuströmt, den weit entfernten aber fast gar nichts, so liegt der Gedanke nahe, dem Abfließen des Stromes durch die in der Batterie befindlichen Ableitungen vermittelst Einschaltung

von Leitungswiderständen aus Neusilberdraht ein größeres Hinderniß in den Weg zu legen, damit (unter der Voraussetzung, daß etwa 1000 Uhren in Gang gesetzt werden sollen) in der That nur $\frac{1}{1000}$ des Stromes der nächsten Uhr zuströme, dagegen anderweite $\frac{999}{1000}$ in dem allgemeinen Strombette ihren Weg weiter fortsetzen. Von dem so verringerten Strome soll abermals $\frac{1}{999}$ durch die zweite Ableitung abfließen, damit die übrigen $\frac{998}{999}$ den noch übrigen 998 Uhren zu Gute kommen u. s. w. Vielleicht gewährt diese Methode den Vortheil, welchen wir durch die vorhin betrachtete vergeblich zu erlangen suchten. Sind die Uhren abermals um 400′ von einander entfernt aufgestellt, ihre Anzahl 1000, und die Leitungswiderstände der Elektromagnete selbst einander annähernd gleich (auf das gegenseitige Größenverhältniß jener Länge von 400′ und des Leitungswiderstandes eines Elektromagneten kommt bei der jetzigen Frage nichts an), so ergiebt die Rechnung, daß in den Ableitungsdraht der ersten Uhr noch ein künstlicher Leitungswiderstand eingeschaltet werden müsse, welcher sich auf die ungeheure Höhe von 8325 Meilen beläuft, bei der zweiten 8308—8309 Meilen u. s. w. Nachdem der Verfasser hierfür den Beweis geliefert hat, bemerkt er, daß nach den günstigen Ergebnissen der vorstehenden Betrachtungen, wohl nichts Anderes übrig bleibe, als die Leipziger Methode im Wesentlichen beizubehalten, namentlich, da es sich auf die sogleich anzugebende Weise erreichen läßt, daß die Zerstörung der Drahtleitung innerhalb einer Wohnung nur einen kleinen Theil der Uhren außer Thätigkeit setzt.

Man führe von dem in der Mitte der Stadt belegenen Ausgangspunkte 40 isolirte Drähte, wie die Radien eines Kreises nach den verschiedenen Stadttheilen und schließe in jeden derselben etwa 100 galvanische Uhren ein. Die Leitungswiderstände der einzelnen Strahlen, incl. der in dieselben eingeschalteten Elektromagnete, erhalte man, so lange die Anlage dauert, durch Einschaltung auf dem Ausgangspunkte einigermaßen in

Gleichheit. Man vereinige diese 40 Drähte auf dem Ausgangspunkte in einen einzigen, welcher mit dem einen Pole einer Batterie in Verbindung zu setzen ist, wogegen die entfernten Enden jener 40 Ausläufer mit der Erde in Verbindung stehen. Der noch freie andere Pol der galvanischen Kette wird durch die Kontaktuhr alle Minuten einen Moment ebenfalls mit der Erd verbunden. Eine Daniell'sche Batterie von 100 bis 120 Elementen, deren jedes eine einseitige Oberfläche von 1 bis 2 Quadratfuß besitzt, wird hinreichen, sämmtliche 4000 Uhren zu bewegen. Wird nun ein Draht zerstört, so werden nur die 100 in diesem Radius befindlichen Uhren außer Thätigkeit gesetzt, während die übrigen 3900 regelmäßig weiter gehen.

Die galvanischen Uhren von L. W. Scholle und E. Stöhrer.

In einem Rahmen von Messing steht, mit den Schenkeln nach oben gerichtet, ein Elektromagnet, dessen Multiplikatoren in a a, Fig. 338, sichtbar sind. Die Pole des Elektromagnets, deren einer in b sichtbar ist, haben eine einwärtsgehende Biegung und tragen am Ende ein kleines cylindrisches Querstück b. Mitten zwischen den Magnetpolen ist etwas höher liegend eine Welle d d angebracht, deren Zapfen in Messingrahmen gehen. Diese Welle trägt nach unten einen Lappen von Eisen c c, welcher gerade in der Mitte zwischen den beiden Magnetpolen b hängt. Auf dem vorderen Ende sitzt ein Bügel von Messing f, welcher zwei horizontal eingesetzte Stahlstifte trägt, deren einer bei g sichtbar ist. Wenn der Lappen c c hin und her bewegt wird, so greifen die beiden Stahlstifte in die Zähne des Steigrades h h h und treiben es sammt dessen Welle k k um. Das Steigrad hat 30 Zähne und bewegt sich ein Mal herum, wenn die Welle d d 60 Schwingungen gemacht hat. Wenn von einer Schwingung zur andern eine Minute Zeit verstreicht, so vertritt die Welle k k die

Stelle der Minutenwelle einer Uhr, und ein auf k gesteckter Zeiger zeigt auf einem Zifferblatte die Minuten an. Auf der Welle k steckt das Stundenrad m mit seinem Rohre für den Stundenzeiger. Die Bewegung des Stundenrades geschieht auf bekannte Weise durch Eingriff zweier Wechselräder, deren eines hinter dem Stundenrade auf der Welle k befestigt ist. Das andere Wechselrad mit seinem in das Stundenrad eingreifenden Getriebe ist in l sichtbar.

Durch die Decke des Messinggestelles geht ein umgebogener Stahlmagnet p p p bis dicht über die Welle d d und versetzt durch seine Nähe den eisernen Lappen c c in einen permanent magnetischen Zustand. Wenn N der Nordpol des Magnetstabes ist, so ist der eiserne Lappen e e beständig südmagnetisch inducirt.

Der galvanische Strom tritt durch die Enden der Drahtwindungen des Elektromagnets bei x und y ein, und sobald dieß geschieht, wird der Lappen c c von einem der Pole angezogen, während er gleichzeitig vom andern Pole abgestoßen wird. Der Strom ist nun eine Minute lang unterbrochen, während welcher Zeit der Lappen c c in der angenommenen Richtung liegen bleibt. Nach Beendigung einer Minute tritt von neuem der Strom, aber in entgegengesetzter Richtung, ein. Der Lappen c c wird nach dem andern Pole des Elektromagnets gestoßen und bleibt dort liegen, bis ein neuer Strom- und Polwechsel eintritt, wo sich dann die erste Anziehung wiederholt u. s. f.

Wenn an einer gewöhnlichen Uhr oder an einem mit Triebwerk versehenen Sekundenpendel eine Vorrichtung angebracht wird, welche den Strom einer galvanischen Säule beim Schluß jeder Minute in wechselnder Richtung mit den Drähten eine oder mehrere der beschriebenen galvanischen Uhren in Verbindung setzt, so stimmt der Gang der letzteren in der Weise mit ersterer genau überein, daß der Minutenzeiger von einer Minute zur andern sprungweise sich bewegt, in der Zwischenzeit aber ruhig stehen bleibt.

Der wesentliche und von Niemand bisher angewendete Theil der beschriebenen Vorrichtung ist der inducirte Eisenlappen c c, welcher weder durch starke atmosphärische Ladung und Magnetisirung des Elektromagnets, noch durch gewaltsame Erschütterung demagnetisirt werden kann und dadurch die praktische Brauchbarkeit des Apparats in hohem Grade vermehrt, abgesehen von anderen Vortheilen, die er sonst noch gewährt, und deren hauptsächlichster darin besteht, daß man in dem Eisen c c durch Vergrößerung des inducirenden Magnets p p p eine beliebige Menge von Magnetismus anhäufen kann, während bei Anwendung eines Stahlmagnets an die Stelle des inducirten Eisens c c mit der Größe ein Maximum der magnetischen Kraft gegeben ist, welche sehr leicht durch zu starke Wirkung des Elektromagnets inducirt oder vernichtet werden kann. (Kunst- und Gewerbeblatt für Baiern, 1855, S. 449.)

Die galvanische Pendeluhr von M. H. Jacobi in Petersburg.

In den folgenden Figuren ist diese Pendeluhr in halber natürlicher Größe, mit Weglassung einiger unwesentlichen oder bekannteren Theile, dargestellt.

In Fig. 340 ist A die unten mit einer schweren Linse und einer Art Kompensation versehene stählerne Pendelstange, welche oben das Querstück a, a und die Plattform b, b trägt. c, c sind Winkelstücke, an welchen die beiden Elektromagnete B, B angeschraubt sind; d ist eins der Lager für die Zapfen des Ankers C, in dessen Mitte ein mit den Schraubenwindungen g versehener Stahldraht e eingebracht ist, der oben das Querstück f, f trägt. Ein kleines Gewicht g' dient zur Regulirung der Amplituden und kann auf der Schraube g höher oder niedriger gestellt werden. h' h sind zwei kleine, auf der Plattform b, b befestigte messingene Säulchen, in deren oberen Hülsen die verstellbaren Schrauben i, i befestigt sind, die zur Begrenzung des Ankerganges und zum

Theil ebenfalls zur Regulirung der Amplituden dienen. k, k sind zwei andere, zwischen den Schenkeln der Elektromagnete stehende Säulchen, welche das Querstück I, l mit dem Kloben m tragen, in welchem die zur Suspension des Pendels dienende Stahlfeder n befestigt ist. D, D, D, D ist eine starke am Pendelgehäuse befestigte Platte, mit den schrägen Vorsprüngen E, E, auf deren Y=Lagern die stählerne Achse F, F ruht, welche vermittelst der mit dem andern Ende am Kloben o, o befestigten Stahlfeder n, das ganze Pendelsystem trägt. p, p′ sind zwei durch Elfenbeinhülsen isolirte Stücke und q, q′ zwei ebenfalls isolirte Klemmschrauben, an denen die respektiven Enden der um die Elektromagnete B, B′ gewickelten Drähte befestigt sind. Die andern Enden dieser Drähte sind bei r gemeinschaftlich an die Pendelstange geschraubt. p und q, so wie p′ und q′ sind durch zwei sehr dünne elastische Messingdrähte mit einander verbunden, welche, da sie der Stahlfeder n beinahe parallel sind, die Bewegung des Pendels nicht beeinträchtigen. Bei p, p′ sind die zum Uhrwerke, Fig. 6, führenden Drähte s ꝛc. und s′ ꝛc befestigt. Ein anderer Draht l geht von der Platte D aus direkt zu einem Pole der Batterie Nr. 1.

Bei einem erst neuerdings konstruirten galvanischen Rostpendel haben die Aufhängungen und einige andere unwesentliche Theile eine von der gegenwärtigen Zeichnung etwas verschiedene Anordnung erfahren.

Fig. 341 ist die Seitenansicht der Pendelstange und des an sie durch die Schraube a stark angeklemmten Klobens b, b′, in dessen Seitenstücken b, b, c, c seine Zapfenlöcher befindlich sind, zur Aufnahme der Achse des stählernen Rädchens u, u, welches in der Vorderansicht ebenfalls sichtbar ist.

In Fig. 342 ist der Stromunterbrecher dargestellt; man ersieht, daß jedes Mal beim Durchgange des Pendels durch die Vertikale das Rädchen u auf den stählernen Stift v drückt und durch Entfernen des Hammers w vom Ambose x den Strom unterbricht, der nach einem

kleinen durchlaufenen Theile der Amplitude wieder geschlossen wird, indem w auf x herabfällt und durch die verstellbare Feder y gehalten wird. Ambos und Hammer sind von einer Platingold-Legirung angefertigt, die der Einwirkung der Funken besser widerstehen soll wie reines Platin. Zu bemerken ist, daß der Ambos durch die Schraube x höher oder niedriger gestellt werden kann, um die Kette während einer längeren oder kürzeren Periode geöffnet zu erhalten.

Obgleich ein ähnlicher Unterbrecher, mit der Pendelstange eines gewöhnlichen Regulators verbunden, dessen Zeit auf ein anderes Uhrwerk übertragen wurde, Monate lang mit großer Sicherheit und ohne den mindesten Fehler gewirkt hatte, so sah sich der Verfasser doch durch anderweitige Erfahrungen veranlaßt, den stumpfen Schluß zwischen Hammer und Ambos durch einen schleifenden oder gleitenden zu ersetzen, und dem Unterbrecher eine Einrichtung zu geben, wie sie in Fig. 343 abgebildet ist. Der aus einer Platin-Legirung bestehende keilförmige Ambos x ist hier auf der Stahlfeder y befestigt, die ihm eine durch die Stellung der drei Regulirungsschrauben z, z′, z″ bedingte Elasticität ertheilt. Der Hammer oder Stift w ist, wie der frühere, an dem Hebel v, w befestigt, der aber für diese Einrichtung, die einen größeren Gang erfordert, gleicharmig ist.

Fig. 344 stellt die früher vom Verfasser angewandte, der Lamont'schen ähnliche Einrichtung dar. A ist die Pendellinse, a, b sind zwei mit Quecksilber gefüllte Glasröhren, in welchen Platindrähte eingeschmolzen sind, die mit den isolirten Stücken c, d in Verbindung stehen, an denen die Drähte f, g befestigt sind, die längs der Pendelstange zu den Elektromagneten B, B (Fig. 340) führen. e ist ein Platinrädchen, dessen Stellung durch die Schrauben C, D regulirt wird und das bei jeder Oscillation des Pendels abwechselnd mit dem einen oder dem andern Quecksilber-Meniskus in Berührung tritt. Die Schraube B dient zur höheren oder niedrigeren Stellung der Linse.

Fig. 345 und 346 sind eine Abbildung des galvanischen Uhrwerkes, ebenfalls in halber natürlicher Größe. Es steht, wie wir sehen werden, mit dem Pendel in wesentlichem Zusammenhange und hat die doppelte Aufgabe zu erfüllen, die Pendelschläge zu registriren und zugleich den Gang des Pendels zu unterhalten. Hierdurch wird der ganze Apparat komplicirter. Das Lamont'sche Pendel ist einfacher und ganz unabhängig vom Uhrwerke. Die größere Komplikation der vom Verfasser getroffenen Einrichtung war aber durch anderweitige Umstände bedingt und konnte nicht umgangen werden. A, A, A, A, A, A sind Platten, an welchen der Elektromagnet B, B und die andern Theile befestigt sind. Der Anker C, der um den Zapfen a beweglich ist und auf die gewöhnliche Weise durch die Feder b stärker oder schwächer gestellt werden kann, trägt einen langen Arm c, d, der mit einem Sperrkegel e und einem Stifte f versehen ist. Beide greifen in das auf der Achse des Sekundenzeigers befestigte, mit 60 Zähnen versehene Sperrad g. Der Sperrkegel e schiebt beim jedesmaligen Anziehen des Ankers das Sperrad um einen Zahn vorwärts, der Stift f, der sich zugleich zwischen zwei Zähne desselben legt, hemmt das Weitergehen des Rades und die schwache Feder h die Rückbewegung desselben. i ist ein Aufhälter, der die Rückbewegung des Armes c, d begrenzt. Der Verfasser fand es später, der größeren Sicherheit des Ganges wegen, für zweckmäßig, auf der Achse des Sekundenzeigers noch ein zweites Sperrad zu befestigen. Dasselbe ist nur in der Zeichnung Fig. 347 bei g' sichtbar, und ist ebenfalls mit 60, aber in entgegengesetzter Richtung geschnittenen Zähnen versehen, in welche der am Arm c, d befestigte Zahn m, Fig. 347, greift, und vollständiger wie der erwähnte Stift f das Ueberspringen eines oder mehrerer Zähne verhindert. Da der Schlag der Uhr ungemein laut und hart war, so wurde später dem Arme c, d die aus Fig. 347 ersichtliche Einrichtung gegeben, deren Zweckmäßigkeit sich vollkommen bewährt hat. Der Arm be-

steht nämlich aus zwei Theilen, die durch das Scharnier k und die Feder l, l mit einander verbunden sind; er erhält so eine gewisse Elasticität, welche die Stöße des Sperrkegels auf die Zähne des Sperrrades mildert und sie auf das zum Fortschreiten dieses Rades nöthige Maß beschränkt. Außerdem wurde noch der Aufhalter i mit einer dicken Platte aus geschwefeltem Kautschuk belegt. Die aus einem dünnen Drahte bestehende Feder n dient dazu, dem leichten Sperrkegel beim Abfallen eine größere Lebendigkeit zu ertheilen. Die Bewegung des Minuten- und Stundenzeigers wird von der Sekundenachse aus auf die gewöhnliche Weise vermittelt. Auf dieser Sekundenachse aber sitzt noch das mit 30 besonders geformten Zähnen versehene Rad o. Man sieht, daß die an den ungleicharmigen Hebeln p, p und p', p' befestigten Stifte q, q' beim jedesmaligen Fortschreiten des Sperrrades abwechselnd durch die Zähne des Rades o gehoben werden, oder zwischen dieselben einfallen. Es versteht sich, daß, um dieses zu erreichen, die Stifte q, q' nicht diametral einander gegenüber stehen dürfen. An dem kurzen Hebelarme befinden sich die Platinstifte r, r', welche auf diese Weise mit den vom ganzen Gestelle isolirten Schrauben s, s' abwechselnd in metallischen Kontakt treten und so die Kette schließen oder öffnen. Auf der Fläche des Rades o bemerkt man den Stift t, welcher bei jedem Umgange des Rades einmal mit den Federn u, u' in Verbindung tritt. Es werden hierdurch zwei andere in verschiedenen Etagen befindliche, nur mit Minuten- und Stundenzeigern versehene, gewöhnliche galvanische Uhrwerke in Bewegung gesetzt, deren Gang mit dem der Hauptuhr genau übereinstimmt und nur um eine konstante Sekundenzahl von derselben differirt. Zur Bewegung dieser Uhrwerke kann entweder eine besondere Batterie oder, nach Umständen, die Batterie Nr. 1 benutzt werden, wo dann die Elektromagnete der erwähnten Uhren momentan als Verzweigungen eintreten. An den isolirten Stücken w, w' sind die zu diesen Uhren führenden Drähte befestigt.

Aus der Zeichnung ist ersichtlich, daß die Batterie Nr. 1, der Unterbrecher, Fig. 342, und der Elektromagnet B, Fig. 345, das eine System; die Batterie Nr. 2 mit den beiden Rheotomen r, s, r′ s′ und den beiden an der Pendelstange befestigten Elektromagneten B, B, Fig. 340, aber ein zweites System bilden. Beim jedesmaligen Durchgange des Pendels durch die Vertikale wird das System 1 geöffnet; der Anker C (Fig. 345) durch die Feder b vom Elektromagneten entfernt, der Sperrkegel e zurückgezogen, bis bei einer gewissen Amplitude des Pendels Stift und Rädchen (Fig. 340) sich verlassen, der Schluß der Kette wiederhergestellt, der Anker angezogen und das Sperrrad durch den Sperrkegel um einen Zahn vorwärts geschoben wird. Hierdurch und durch Vermittelung eines der korrespondirenden Hebel p, p oder p′, p′ tritt derjenige Elektromagnet B oder B′, Fig. 340, in die Kette, welcher auf der Seite liegt, nach welcher das Pendel schwingt; der Anker C wird angezogen und schlägt, da er als Baskule wirkt, mit seinem Uebergewichte nach derselben Seite plötzlich über, wodurch das Pendel den zur Unterhaltung seiner Bewegung erforderlichen Impuls erhält. Beim Rückgange des Pendels tritt der andere Elektromagnet in Wirksamkeit und läßt den Anker nach der andern Seite überfallen.

Von allen bis jetzt zur Kenntniß des Verfassers gelangten wirklichen galvanischen Pendeln erfüllt, seines Erachtens nach, das vom Prof. Lamont in München im Jahre 1851 konstruirte Pendel allein die Bedingung einer von der Stärke des galvanischen Stromes durchaus unabhängigen Bewegung. Indem Lamont zwei Elektromagnete unveränderlich mit der Pendelstange verband und abwechselnd auf einen mit einem verstellbaren Gewichte versehenen Anker wirken ließ, kann am Ende jeder Oscillation des Pendels eine Verrückung des Schwerpunktes des ganzen Systems, bald nach der einen, bald nach der andern Seite bewirkt werden, welche hinlänglich ist, die durch Widerstand der Luft und Reibung

verloren gegangene lebendige Kraft wieder zu ersetzen. Bald nach Publikation der erwähnten Schrift — das Pendel selbst hatte der Verfasser im Jahre 1851 in München gesehen — ließ der letztere in dem unter seiner Aufsicht stehenden Atelier ein dem Lamont'schen ähnliches Pendel mit einigen Modifikationen konstruiren, gewahrte aber bald die Nachtheile, welche mit der Anwendung des Quecksilbers zum Schließen und Oeffnen der Kette auf die Dauer verknüpft sind und welche, weil meist bekannt, hier keiner weitern Erörterung bedürfen. Die von Lamont getroffenen Vorsichtsmaßregeln zur Beseitigung einiger dieser Nachtheile scheinen nicht in dem Maße genügend, um sie zur Anwendung zu bringen. Eine andere Einrichtung, die der Verfasser traf, um den Schluß der Kette, mit Hülfe starrer elastischer Metalle, am Ende jeder Oscillation zu bewirken, mußte ebenfalls verworfen werden, weil der Einfluß dieser Ein richtung auf die Größe der Amplituden und sogar direkt auf den Gang des Pendels bedeutend hervortrat. Im übrigen ist auch bei der Lamont'schen Einrichtung ein solcher Einfluß, wenn auch in geringerem Grade, bemerkbar. Jedes, nur um ein geringes verändertes Eingreifen des Rädchens e, Fig. 344, in den Quecksilber-Meniskus, jede geringe Oxydation der Oberfläche des letzteren wirkt auf die Amplituden und beeinträchtigt den Gang des Pendels. Ueberhaupt ist es einleuchtend, daß der Durchgang des Pendels durch die Vertikale, wo es die größte lebendige Kraft besitzt, der geeignetste Zeitpunkt ist, um demselben die, wenn auch nur geringe, Arbeit des Schließens und Oeffnens der Kette, ohne wesentliche Störungen im Gange desselben, aufzuerlegen. Bei der angewandten, sehr wohl überlegten Konstruktion des Unterbrechers, besteht die zur Aktivirung desselben nöthige Arbeit meist nur in unbedeutenden Zapfenreibungen, die viel geringer sind, als die Widerstände, die das erwähnte Rädchen im Quecksilber erleidet. Die Masse des Hebels v, w (Fig. 342) und die Arbeit, welche seine kaum sichtbare Bewegung erfordert, können

bei der ansehnlichen Schwere der Pendellinse kaum zur Berücksichtigung kommen. Ein interessanter Beweis dafür, daß außer den gewöhnlichen, nur die erwähnten Widerstände auf das Pendel wirken, liegt darin, daß durch größeres oder geringeres Anspannen der Spiralfeder y (Fig. 342), bis auf eine gewisse Grenze, die Amplituden nicht im mindesten verändert werden. Die Kraft, welche das Herunterdrücken des Hebels und das Spannen der Spiralfeder erfordert, wird dem Pendel genau wieder restituirt. Die einmalige Regulirung der durchaus konstant bleibenden Amplituden hat man durch Stellen der Schrauben i, i (Fig. 340) oder durch Verschieben des Gewichts g', aber nur durch diese Mittel, ganz in seiner Gewalt. Bei unserm Pendel betragen diese Amplituden nicht mehr als etwa 1° 5' auf jeder Seite. Der Ueberfall der Baskule geschieht, kurz bevor das Ende der Oscillationen erreicht ist.

Um die wesentlichste Bedingung: einen von mechanischen Störungen möglichst befreiten Gang des Pendels zu erhalten, nicht aufgeben zu müssen, zog es der Verf. vor, lieber dem Uhrwerke, bei dem nicht so wichtige Rücksichten zur Sprache kommen, die schon oben erwähnte größere Komplikation zu geben. Das Oeffnen der Kette, das bei jeder vollen Oscillation des Pendels nur ein Mal, und zwar in der Vertikalen stattfindet, kann, ohne andere Uebelstände herbeizuführen, auf keine Weise zur abwechselnden Bewegung der Baskule direkt benutzt werden. Es ist daher, wie wir oben gesehen haben, das abwechselnde Schließen und Oeffnen der Kette, für den einen oder den andern der Elektromagnete B, B (Fig. 340) dem Uhrwerke, und zwar dem auf der Sekundenachse befestigten Rade o (Fig. 345) übertragen worden. Die größere Arbeit, die hierdurch dem Elektromagneten B erwächst, kommt bei den ansehnlichen Dimensionen desselben nicht in Betracht. Erwähnt sei hier, daß bei dem neuesten Apparate die Schlußstellen für die partiellen galvanischen Kreise der Elektromagnete B, B' (Fig. 340) nicht mehr bei r, s und r', s' sind, sondern

daß der abwechselnde Kontakt unmittelbar zwischen den Platinstiften q, q' und den Zähnen des Rades o hervorgebracht wird. Es versteht sich, daß eine entsprechende Isolirung der Hebel p, p' von einander und von dem Gestelle hat vorgenommen werden müssen.

Zur Aktivirung des zum Uhrwerke gehörigen Elektromagneten bedient sich der Verfasser zweier und für die beiden kleinen Elektromagnete B, B' nur eines kleinen Daniell'schen Elements von gewöhnlicher Konstruktion. Diese Elemente werden später durch andere ersetzt, die nach den von Prof. Buff in Gießen angegebenen Modifikationen konstruirt sind, und werden, wie der Verf. durch eigene Versuche bestätigt gefunden hat, sich durch ihre Beständigkeit vor allen anderen Hydroketten vortheilhaft auszeichnen.

Da eine sorgfältig gearbeitete galvanische Pendeluhr gewiß nicht billiger herzustellen ist, als ein astronomischer Regulator, und die Unterhaltung der Batterie immer einige Mühe und Kosten verursacht, so dürfen dergleichen Pedeluhren allerdings keine ökonomische Vorzüge zugestanden werden. Wenn aber einerseits diese Anwendung der galvanischen Kräfte und die Ueberwindung der dabei vorgekommenen Schwierigkeiten schon an und für sich Interesse gewährt, so ist auch anderseits nicht zu verkennen, daß, wie es auch Prof. Lamont hervorhebt, auf diese Weise ein von allen mechanischen Einflüssen unabhängigeres und somit richtigeres, zur Kontrole astronomischer Uhren dienendes Pendel hergestellt werden kann. Da hier der Gang des Pendels nur durch ein periodisch wirkendes Uebergewicht unterhalten wird und die Anziehungen zwischen Anker und Hufeisen, so wie die vorkommenden Stöße sich gegenseitig aufheben, so ist das zur Erhaltung der lebendigen Kraft angewandte Princip, ungeachtet der scheinbar größeren Komplikation des Apparates, auf seinen einfachsten Ausdruck zurückgeführt. Daß Pendel und Uhrwerk ganz von einander getrennt und in verschiedenen Lokalen aufgestellt werden können, daß man sich an be-

liebigen Punkten absolut übereinstimmende Sekundenzähler verschaffen kann, wird gewiß manche praktische Vortheile gewähren. Hat man aber durch länger fortgesetzte Erfahrungen erst ein gewisses Zutrauen zu dem galvanischen Pendel erlangt, so wird man dasselbe in ein hermetisch verschlossenes Metallgehäuse einschließen, dasselbe in einem, wenn auch unzugänglichen Lokale von konstanter Temperatur aufstellen, und so das für die Wissenschaft so wichtige Desideratum, ein Pendel erhalten, das dem veränderlichen Thermometerstande entzogen ist und das keiner Kompensation und keines Glaubens an deren Unfehlbarkeit weiter bedarf.

(Polyt. Journal, Bd. 144, S. 252.)

Ueber die Verbindung eines Systems elektrischer Uhren. Von Dr. H. Meidinger in Heidelberg.

Einer der wesentlichsten Gründe, welche sich seither der allgemeinen Einführung elektrischer Uhren in den Städten entgegenstellte, ist ohne Zweifel in der fortdauernden Gefahr zu suchen, welche dem ununterbrochenen Gange des ganzen Systems durch zufällige oder absichtliche Zerstörung des Leitungsdrahtes im Innern der Häuser selbst droht. Die vielfach ausgesprochene Befürchtung, daß der Draht außerhalb derselben, sei es nun unterirdisch gelegt, oder an den Gebäuden hergeleitet, eine häufige Unterbrechung erleiden würde, ist dagegen verschwindend und, entsprechender Weise, wie bei den Telegraphendrähten, durch die Erfahrung vieler Jahre widerlegt. In letzterer Beziehung hat sogar der Verbindungsdraht der Uhren den Vortheil vor den Telegraphendrähten, daß er sich, wie sich übrigens im voraus erwarten ließ, unempfindlich für die Aufnahme des Blitzes zeigt. Es sind bis jetzt wenigstens noch keine Fälle bekannt geworden, wo während eines Gewitters der regelmäßige Gang elektrischer Uhren unterbrochen worden wäre. Der Stillstand, welchen die gesammten

Uhren einer ganzen Stadt dadurch erfahren können und häufig erfahren, daß es in der Hand unverständiger Leute, oder im Belieben eines Uebelwollenden liegt, durch Verrückung einer einzigen Uhr oder auf sonstige Weise den zuführenden Draht zu zerreißen, ist in der That als der einzige Mißstand anzusehen, welcher eine so zeitgemäße Einrichtung bisher begleitet und in seiner Weiterentwickelung gehemmt hat. In dem Folgenden soll eine höchst einfache Vorrichtung beschrieben werden, die geeignet sein dürfte, als vollkommenes Palliativ gegen derartige Vorkommnisse für die Zukunft zu dienen.

Der elektrische Strom hat bekanntlich die Eigenschaft, alle guten Leiter, die er auf seinem Wege vorfindet, zu durchströmen, mit einer Intensität, die von deren eigenthümlicher Beschaffenheit und ihren Dimensionen abhängt. Die Elektricitätsmengen, welche sich gleichzeitig durch ein Bündel von Drähten bewegen, welche nur mit ihren Enden verbunden sind, verhalten sich in jedem einzelnen Draht wie sein Leitungswiderstand. Gesetzt nun, ein Kupferdraht, etwa von Linien-Dicke, sei durch eine Stadt gelegt (Leitungsdraht). An allen den Gebäuden, welche Uhren erhalten sollen, werde er durchschnitten; die beiden Theile seien einmal mit dem Draht verbunden, der in das Haus zu der Uhr geht (Lokaldraht); außerdem aber noch direkt durch einen zweiten Draht, dessen Leitungswiderstand ein vielfacher ist von dem, welchen der in das Haus und um den Elektromagneten der Uhr führende vorhergenannte Lokaldraht besitzt; dieser führe den Namen Verbindungsdraht.

Die Elektricität, welche durch den Leitungsdraht strömt, vertheilt sich auf die beiden Drähte, welche seine Durchschnitte verbinden, und steht in denselben im umgekehrten Verhältniß des Leitungswiderstandes, den sie bieten. Es wird durch den zu der Uhr führenden Lokaldraht, z. B., zehn Mal mehr Elektricität strömen, als durch den Verbindungsdraht, wenn sein Leitungswiderstand zehn Mal kleiner ist. Das Quantum von Elektricität, welches dabei durch die Nebenleitung abströmt,

ist nun allerdings ein wahrer Verlust, im obigen Falle $\frac{1}{11}$ der gesammten Elektricität; um eine bestimmte Kraft zu erzeugen, würde man also auf zehn Elemente ungefähr eins mehr bedürfen, d. h., die Auslagen für die Batterie sind um 10 Proc. gestiegen.

Es ließen sich diese 10 Proc. zweckmäßig die Versicherungsprämie nennen, welche dazu dient, das gesammte System der Uhren gegen unvorhergesehene und schwer zu korrigirende Störungen fortdauernd zu schützen. In der That, im Falle der Beschädigung des in das Haus führenden Lokaldrahtes wird die Gesammtmenge der Elektricität, den ihr in dem zweiten Schließungsdraht von zehn Mal größerem Widerstand, dem Verbindungsdraht, gebotenen Weg nunmehr allein benutzen, um den vollkommenen Schluß der Kette und somit das ununterbrochene Zusammenwirken der übrigen Uhren zu erhalten.

Der Strom erleidet jedoch dadurch eine Schwächung; die Formel läßt erkennen, in wie weit dieselbe von Bedeutung und somit, ob sie zu beachten ist.

Es sei k die elektromagnetische Kraft eines Elements; l der Leitungswiderstand im Innern desselben; λ der mittlere Widerstand des zwischen zwei Uhren befindlichen Stück Leitungsdrahtes; r der Widerstand der beiden vereinigten Schließungsdrähte, des Lokaldrahtes und des Verbindungsdrahtes; f bezeichne das Verhältniß, um welches der Leitungswiderstand des letzteren größer ist, als der des ersteren; so ist der wirkliche Leitungswiderstand des Verbindungsdrahtes $= (f + 1)\, r$.

Ein Element der angewandten Butterie reiche gerade hin, um eine Uhr auf den mittleren Abstand der Uhren von einander in Bewegung zu setzen, so wird die Stromstärke $q = \frac{k}{l + \lambda + r}$ für n Uhren denselben Werth behalten, wenn $q = \frac{n \cdot k}{n\,l + n\,\lambda + n\,r} = \frac{n \cdot k}{n \cdot (l + \lambda + r)}$.

Gesetzt nun, es seien m Uhren durch Unterbrechung der betreffenden Lokaldrähte außer Thätigkeit gesetzt. Es wird dann

$$q = \frac{n \cdot k}{n(l + \lambda) + (n - m) r + m \cdot r (f + 1)} = \frac{n \cdot k}{n(l + \lambda + r) + m \cdot f \cdot r}.$$

Es wird r immer annähernd $= l + \lambda$ genommen werden müssen, um den größtmöglichen Effekt des Elektromagneten zu erzielen. Der Ausdruck der Stromstärke erhält dann die vereinfachte Form:

$$q = \frac{n \cdot k}{n \cdot 2r + m \cdot f \cdot r} = \frac{n \cdot k}{r(2 \cdot n + m \cdot f)}.$$

Die Stromstärke wird also nur dann wesentlich modificirt, wenn das Verhältniß $m \cdot f$ gegen $2 \cdot n$ einen hohen Werth annimmt. Vorhin ist f beispielsweise durch die Zahl 10 ausgedrückt worden, dafür ist

$$q = \frac{n \cdot k}{2r \cdot (n + 5m)},$$

m, d. h., die Zahl der zu gleicher Zeit außer Gang gesetzten Uhren, wird selten bedeutend sein.

Ein Unternehmen, das nicht wenigstens 100 Uhren auf einmal in Betrieb setzt, wird sich nicht leicht rentiren können und wohl auch nicht mehr zu Stande kommen. Giebt man also als Minimum n die Zahl 100, setzt vorerst $m = 1$, so wird $q = \frac{n \cdot k}{2 \cdot r (100 + 5)} = \frac{n \cdot k}{r \cdot 210}$, vorher war $q = \frac{n \cdot k}{r \cdot 200}$.

Die Stromstärke hat also im Verhältniß von 21 : 20, um $\frac{1}{21}$ abgenommen, eine für die Praxis gewiß verschwindende Größe.

Für $m = 5$, sicherlich einer der seltensten Fälle, die sich ereignen möchten, wird

$$q = \frac{n \cdot k}{2 \cdot r (100 + 25)} = \frac{n \cdot k}{r \cdot 250}.$$

In diesem Falle ist die Abnahme der Stromstärke schon beträchtlicher, sie beträgt $\frac{1}{5}$ der ursprünglichen, nur noch $\frac{4}{5}$ sind wirksam. Doch möchte selbst diese Kraft noch hinreichen, die Bewegung der Uhren zu unterhalten. Im ungünstigsten Falle, wenn durch eine große Anzahl außer Gang gesetzter Uhren die Stromstärke in dem Grade geschwächt ist, daß sie nicht mehr zum Betriebe der übrigen ausreicht, darf man nur eine neue Batterie von voraus zu berechnender Stärke einschalten, bis die Störung, welche den Kraftverlust nach sich gezogen, wieder beseitigt ist. Die periodischen Ablenkungen eines mit dem System fortdauernd verbundenen Galvanometers würden unter solchen Umständen stets erkennen lassen, wann einzelne Uhren aus ihrer Verbindung gelöst sind, und wann es nöthig wird, eine neue Batterie einzuschalten.

Uebrigens läßt sich die Grenze, bis zu welcher eine Batterie von gegebener Größe ihre Wirksamkeit, selbst bei Zerstörung einer größeren Anzahl von Lokaldrähten, noch beibehält, dadurch hinausschieben, daß der Faktor f einen niedrigeren Ausdruck erhält, z. B. daß man $f = 5$ setzt, daß also der Verbindungsdraht blos den fünffachen Leitungswiderstand bietet, wie der Lokaldraht. Dieß kann jedoch nur durch Erhöhung der Versicherungsprämie erzielt werden; denn da in diesem Fall $\frac{1}{6}$ des Stromes durch den Verbindungsdraht unwirksam abströmt, so muß auch die Batterie im Verhältniß von 5 : 6, also jetzt um 20 Proc., stärker sein, um den hinreichenden Effekt zu leisten. Die angemessenste Größe des Verbindungsdrahtes dürfte sich nur durch die Berücksichtigung des Umstandes entscheiden lassen, in wie weit die bei Abnahme von f durch entsprechende Verstärkung der Batterie vermehrten Kosten ihr Aequivalent in der erhöhten Garantie der Fortwirkung des ganzen Systems, selbst bei größerer Zahl zu gleicher Zeit außer Gang gesetzter Uhren finden.

Am geringsten wird die Stromstärke abnehmen, wenn n sehr groß ist, wenn also eine sehr bedeutende

Anzahl von Uhren durch einen Leitungsdraht zu einem zusammenhängenden Ganzen verbunden sind. Bei dem zuerst betrachteten Falle würde bei z. B. 1000 Uhren selbst bei fünf unterbrochenen Lokaldrähten die Abnahme des Stromes erst $\frac{1}{11}$ betragen. Allerdings ist zu bedenken, daß bei einer solchen Menge von Uhren die Wahrscheinlichkeit auch wächst, daß eine größere Anzahl zu gleicher Zeit außer Gang geräth. Doch möchte es immer zweckmäßig erscheinen, womöglich alle Uhren, selbst einer ausgedehnten Stadt, in einem einzigen Leitungsdrahte zu verbinden, wenn nicht eben letztere selbst einer, wenn auch selten, eintretenden Zerstörung ausgesetzt wären. Da aber in diesem Falle das ganze System momentan und fortdauernd bis zur Korrektur in Stillstand geriethe, so dürfte es angemessen sein, mehrere Leitungsdrähte strahlenförmig nach den einzelnen Quartieren der Stadt auszusenden und dieselben unabhängig von einander ihre Wirkung ausüben zu lassen, einen jeden z. B. mit nur 500 oder 1000 Uhren in Verbindung zu setzen.

Während es bisher zu den schwierigsten und langwierigsten Nachforschungen gehörte, die Stelle baldmöglichst ausfindig zu machen, von wo die Leitung unterbrochen wurde, im Falle der betreffende Uhrenbesitzer nicht selbst die nöthige Einsicht besaß, den Schaden zu bemerken und alsbald zur Anzeige zu bringen, so ist man in Zukunft dieser Beschwerden fast vollständig enthoben, und man kann es einem Jeden auf seine eigene und alleinige Gefahr überlassen, die Aufsicht auf seine Uhr zu vernachlässigen und ihren Stillstand erst nach geraumer Zeit oder gar nicht zu melden; das Gesammtpublikum wird darunter nicht mehr zu leiden haben.

Abgesehen davon, daß sich die Kontrole für die Erhaltung des Lokaldrahtes einer Uhr schon aus ihrem Gange ergiebt, falls nicht gesammte Uhren durch Unterbrechung des Leitungsdrahtes in Stillstand gerathen sind, so läßt sich dieß zum Ueberfluß auch dadurch noch bewerkstelligen, daß man die an die Uhr befestigten

Enden des Lokaldrahtes in eine kleine Batterie und ein Galvanometer einschaltet. Der außerhalb des Hauses befindliche Verbindungsdraht bewirkt hier den Schluß der Kette. Unter normalen Umständen muß die Ablenkung der Nadel für alle Uhren gleich sein. Es wird dieß besonders auch als Mittel dienen müssen, um sich davon zu überzeugen, ob auch der Verbindungsdraht noch seine volle Funktion ausübt.

Die Anfertigung des Verbindungsdrahtes bietet wohl keine besondern Schwierigkeiten. Vom Platin, welches bei fast siebenfach größerem Leitungswiderstand, wie Kupfer, hinreichende Geschmeidigkeit und Festigkeit besitzt, um sich in die dünnsten Fäden ausziehen zu lassen, würde z. B. bei $\frac{1}{30}$ Linie Dicke ein 10 Fuß langes Stück schon ausreichen, bei der Annahme, daß $f = 10$ und die mittlere Entfernung von Uhr zu Uhr $(\lambda) =$ 150 Fuß und der Widerstand in einem Element $(l) =$ 60 Fuß eines 1 Linie dicken Kupferdrahtes betrüge.

Noch geeigneter wie Platin dürfte sich zu diesem Zweck eine Substanz aus dem Mineralreiche erweisen. Unter den bekannten Oxyden und Schwefelmetallen, welche Leiter der Elektricität sind, zeichnet sich der Magneteisenstein durch große Härte und Festigkeit aus. Dabei läßt er sich doch ziemlich leicht durch Schleifen auf Stein und mit der Feile bearbeiten. Seine Leitungsfähigkeit für die Elektricität ist, wie bei allen zusammengesetzten Leitern, sehr gering, annähernd 40000 Mal geringer wie von Platin. Ein Stückchen von 1 Linie Dicke und derselben Länge bietet demnach ungefähr denselben Leitungswiderstand wie ein 10 Fuß langer und $\frac{1}{30}$ Linie dicker Platindraht. Um daran die Drähte sicher befestigen zu können, überzieht man die Enden im galvanoplastischen Apparat mit Kupfer und löthet an dieses die Drähte an. Durch geringes Befeilen des Minerals läßt sich alsdann sehr leicht und schnell der gewünschte Leitungswiderstand der ganzen Vorrichtung herstellen. Dieselbe darf jedoch, während man ihren Leitungswiderstand mit dem Galvanometer mißt, von der

Bearbeitung her nicht noch warm sein, weil der Magneteisenstein, abweichend von den Metallen, bei höheren Temperaturen ein besserer Leiter der Elektricität wird.

Weiterer Angaben wird es nicht bedürfen. Im Falle die angedeutete Vorrichtung den Beifall der Praktiker erlangen und in Anwendung kommen sollte, werden sich die einzuschlagenden sichersten Wege bald von selbst darbieten. (Polyt. Journal, Bd. 148, S. 195.)

Ueber die elektrische Mittheilung der Zeit von Liais.

Schon seit langer Zeit kennt man die Schwierigkeiten, auf welche man stößt, wenn man die Zeitangabe einer Uhr in die Ferne mittels Zeiger mittheilen will, welche durch Elektricität bewegt werden. Die Zufälle in den Batterien, die atmosphärischen Ströme auf den Linien, die Abnutzung und Oxydation der Kontaktpunkte veranlassen häufig Stillstand oder Fehler, und kein Mechanismus kann davor schützen. Nach zahlreichen Versuchen haben auch mehrere Physiker in London und München vorgeschlagen, die Elektricität nur in untergeordneter Weise zu benutzen, um durch sie eine Reihe von gewöhnlichen Uhren ein oder mehrere Male des Tages unter einander in Uebereinstimmung zu setzen, während Mouilleron in Frankreich beide Systeme, die Bewegung und die Regulirung der Uhren, durch die Elektricität verbunden und Zähler konstruirt hat, welche von einer elektrischen Uhr in Gang gesetzt und 24 Mal des Tages auf die richtige Zeit gestellt werden, um die aus verfehlten Kontakten entspringenden Uebelstände zu beseitigen. Zahlreiche Vorrichtungen wurden für die elektrische Regulirung ersonnen, und in London findet sich dieses Princip seit mehreren Jahren im Großen in Anwendung.

Am 7. März 1857 legte Le Verrier der Stadt Paris einen officiellen Bericht über einen Plan zur Mit-

theilung der Zeit in der Straße Rivoli vor und bezeichnete darin die Regulirung gewöhnlicher Uhren mittels Elektricität als geeignet zur Vermeidung gewisser Uebelstände, welche die Administration bezeichnet hatte.

Aber bisher wurde die Aufgabe nur bezüglich der angenäherten, nicht bezüglich der genauen Zeitangabe ins Auge gefaßt. Hinsichtlich der letzteren reicht man in der That nicht mit einer Wirkung auf die Zeiger der Uhren aus, sondern man muß noch die Schwingungen der verschiedenen Unruhen zum Zusammenfallen bringen, da ohne diese Vorsicht Differenzen bis zu fast einer ganzen Sekunde statt haben können, welche in dem hier betrachteten Falle nicht vernachlässigt werden dürfen. Das ist die neue Aufgabe, deren Lösung der Verfasser versucht.

Seit lange schon hat man daran gedacht, die genaue Zeitangabe der zur Mittheilung der Zeit verwendeten elektrischen Uhren mittels beschleunigender oder verzögernder Apparate hervorzubringen, welche durch eine Einwirkung auf das Pendel während der Zeit, in der man sie wirken läßt, die Dauer einer Schwingung um $\frac{1}{100}$ Sekunde abändern können, worauf das Pendel sogleich die frühere Dauer seiner Schwingungen wieder annimmt. Wenn eine Uhr mit einem solchen Apparat zum Beschleunigen oder Verzögern versehen ist, so kann sie täglich leicht auf die genaue Zeit gebracht werden. Es genügt nämlich dazu, daß man die Verbesserung, welche nöthig ist, um diese Uhr auf die mittlere Zeit zu bringen, durch Beobachtungen bestimmt und dann, je nach dem Vorzeichen der Verbesserungen, den Beschleuniger oder Verzögerer eben so viele Sekunden in Thätigkeit setzt, als die Uhr hundertstel Sekunden nach oder voraus geht.

Leider läßt diese Anwendung, wie nützlich sie auch beim ersten Blick scheint, doch wegen des häufigen Anlassens zu bald vollständigem, bald vorübergehendem Stillstande viel zu wünschen übrig. Besonders der letztere ist sehr nachtheilig, weil der Zähler mehrere Sekun-

den vorbeigehen lassen kann, und dadurch seine Uebereinstimmung mit der regulirenden Uhr verloren geht*), und alsdann führt man, weil man kein augenblicklich wirkendes Mittel zur Berichtigung hat, die Personen irre, welche sich dieser elektrischen Zähler zur Regulirung von Chronometern bedienen.

Um diesen gewichtigen Uebelstand zu beseitigen, kann man, wie der Verfasser es gethan hat, zu der Vorrichtung ein Mittel zur Untersuchung und Regulirung durch Elektricität hinzufügen, in der Weise, daß man in dem Augenblicke, welcher dazu bestimmt ist, täglich die Normaluhr selbst auf die genaue Zeit zu bringen, einestheils sich von dem gleichen Stande der Zeiger versichern und anderntheils die nöthigen Anstalten treffen kann, die Uebereinstimmung wieder herzustellen, wenn sie nicht mehr vorhanden ist. Zu diesem Behufe sendet eine neben der Batterie der Uhr aufgestellte zweite Batterie ihren Strom um den Elektromagnet eines besonderen Zählers A und von da in eine zweite Linie, welche isolirt ist, außer am Ende jeder Minute, wo der Zähler B, dessen Gang man überwachen will, die Verbindung mit der Erde durch einen auf dem Sekundenrade angebrachten, gegen eine kleine Feder stoßenden Zahn herstellt. Bei dieser Anordnung muß daher, wenn der Zähler B mit der Uhr übereinstimmt, der Zähler A das Ende jeder Sekunde in derselben Zeit wie die Uhr selbst markiren; wo nicht, so kann man mit Hülfe eines im Strome der Uhr angebrachten Unterbrechers den Zähler B vor- oder zurückgehen lassen, und seine Uebereinstimmung wird am Ende der nächsten Minute geprüft.

Anstatt aber die Zeit direkt durch Elektricität mitzutheilen, kann man dieselbe auch nur zur Regulirung

*) Er kann nicht allein zurückbleiben, sondern auch vor der Uhr vorausgehen in dem Falle, wenn die elektrischen Ströme auf Dauer oder periodisch unterbrochen werden und Vibrationen der Armatur veranlassen.

eines genau gehenden Pendels in weiter Entfernung verwenden. Man hat dabei den Vortheil, daß man nicht besondere Linien anlegen muß, sondern sich der Telegraphenlinien bedienen kann, da man sie dann täglich nur während einiger Minuten braucht. Es ist wichtig, daß man nur eine einzige Linie zur Vergleichung und zum Stellen jeder Uhr brauche, und das ist auf folgende Weise möglich.

Das Pendel der zu stellenden Uhr trägt zwei konische Schälchen, das eine ein wenig unter dem Aufhängepunkte, das andere ein wenig darüber. Diese Schälchen sind sehr leicht, so daß sie die Kompensation des Pendels nicht merklich ändern; übrigens kann auch bei der Anordnung der Kompensation auf dieselben Rücksicht genommen werden. Ueber den Schälchen hängen an kleinen Ketten, ähnlich denen an der Spindel der Taschenuhren, kleine Kugelgewichte, welche, wenn sie sich senken, nach Belieben in den Schälchen Unterstützung finden können. Das des obern Schälchens vermindert die Schwingungsdauer um $\frac{1}{100}$ Sekunde, das des untern Schälchens vergrößert sie um $\frac{1}{100}$ Sekunde. Die Ketten, welche die kleinen Gewichte tragen, gehen über Rollen und sind an Stiften auf den Rädern der Art befestigt, daß bei der Umdrehung dieser Räder die Gewichte um den Durchmesser des Rades auf- oder absteigen und so bald in den Schälchen ruhen, bald darüber schweben können.

Die bewegenden Gewichte, merklich schwerer als das beschleunigende oder verzögernde Gewicht, würden die Räder beständig nach derselben Richtung herum zu drehen streben, wenn sie nicht durch zwei Widerhalte daran gehindert würden, welche auf beiden Rädern an den beiden entgegengesetzten Enden eines und desselben Durchmessers angebracht sind. Diese beiden Widerhalte liegen nicht in derselben Ebene und legen sich abwechselnd auf die Anker der Elektromagnete, von denen je einer zu jedem Rade gehört. Die Bewegung dieser Anker ist senkrecht zu der der Räder. Der eine Widerhalt

ruht auf dem Anker, wenn dieser vom Elektromagnet angezogen ist und an ihm festhängt, der andere dagegen auf demselben Anker, wenn er durch die Gegenfeder abgezogen ist. Man sieht, daß durch diese Anordnung jede Bewegung der Armatur eine halbe Umwälzung des Rades und folglich ein Senken oder Steigen des Gewichtes veranlaßt, welches die Schwingungsdauer abändert. Die Einrichtung ist so getroffen, daß die abändernden Gewichte gehoben sind, wenn die Anker nicht angezogen werden. Mithin ruht jedes Gewicht in seinem Schälchen, wenn sein Elektromagnet magnetisirt ist, und erhebt sich wieder, wenn die Magnetisirung aufhört.

Wenn das beschleunigende oder das verzögernde Gewicht in den Schälchen ruht, erleidet das Pendel einen kleinen Verlust an lebendiger Kraft, und zugleich wächst der Widerstand ein wenig. Um zu vermeiden, daß die Schwingungsweite sich merklich ändert, muß man der Kraft des Motors eine entsprechende Vergrößerung geben. Zu dem Ende befinden sich auf derselben Achse mit dem Motor auf jeder Seite der Rolle des Motors zwei andere kleinere Rollen, von denen jede von einem Hülfsmotor getrieben wird, und zwar nach derselben Richtung, die die größere Rolle hat. Jede dieser Hülfsrollen sitzt koncentrisch und fest auf einem breiten Sperrad, der Art, daß die Rolle und das Sperrad sich nur zusammen drehen können. Die eine Hülfsrolle gehört zum Beschleunigen, die andere zum Verzögern. Klinkvorrichtungen, deren Bewegung von den Ankern der Elektromagnete abhängig gemacht ist, verhindern die Hülfsrollen, sich unter dem Einfluß ihres Motors zu drehen, wenn die Elektromagnete nicht magnetisirt sind, d. h., wenn die Apparate zur Schwingungsabänderung nicht in Thätigkeit sind; im entgegengesetzten Falle aber lassen die Klinkvorrichtungen die Rollen frei. An der großen Rolle des Motors befindet sich auf jeder Seite ein Sperrkegel, vermittelst dessen er sich zwar ohne die Hülfsrollen drehen kann, nicht aber die

Hülfsrollen ohne ihn. Die Breite des Sperrrades verhindert übrigens, daß dieser Sperrkegel und derjenige, welcher von der Armatur in Thätigkeit gesetzt wird, mit einander kollidiren. Aus diesen Anordnungen folgt, daß die beiden Hülfsrollen sich zum Motor der Uhr hinzugesellen, wenn der die entsprechende Schwingung abändernde Apparat in Thätigkeit ist, und daß dagegen die Wirksamkeit der Hülfsmotoren aufhört, sobald die Uhr ihren gewöhnlichen Gang wieder annimmt.

Die Gebrauchsweise der Apparate ist folgende: Auf der Ausgangsstation, vom Verfasser Observatorium genannt, hält man eine Batterie bereit, deren positiver Pol mit der Erde und deren negativer Pol mit einem Unterbrecher in Verbindung steht. Von diesem Unterbrecher aus geht der Strom durch irgend einen Signalapparat, z. B. Elektromagnet, oder Boussole, oder Chronograph, und gelangt in die Linie. An der Station, wo die mit einem Beschleuniger und einem Verzögerer versehene Uhr ist, steht die Linie in Verbindung mit dem isolirten Räderwerk der Uhr. In diesem Räderwerk befindet sich ein Rad, das in 10 Minuten eine Umdrehung macht und einen Platinstift trägt. Dieser Stift trifft am Ende jeder Umdrehung dieses Rades auf das Platinende einer leichten, mit der Erde in Verbindung stehenden Feder. So wird, wenn auf dem Observatorium die Batterie mit der Linie in Verbindung ist, alle 10 Minuten das Signal vom Observatorium erscheinen und durch eine Vergleichung mit der Sternuhr den Stand der zu regelnden Uhr bestimmen lassen*).

Zwei Minuten nach dem an der Uhr gegebenen Signal erhebt eine am Minutenrade befindliche Leiste

*) Da die Signalapparate eine kleine Verspätung im Schlag der zu regulirenden Uhr veranlassen können, so wäre diese Verspätung im Voraus zu bestimmen, indem man das Signal neben die Uhr bringt, um dadurch eine Korrektion in die Rechnung einzuführen. Wenn das Signal ein Chronograph ist, so wird die Vergleichung sehr genau.

von Platin das platinirte Ende einer Feder, die mit dem einen Drahtende des Elektromagnets des Beschleunigers in Verbindung steht, während das andere Ende mit der Erde verbunden ist, und diese Wirkung dauert 7 Minuten. Wenn dann der Strom vom Beobachter mittels des Ausschalters im Observatorium nicht unterbrochen wurde, so tritt der Beschleuniger in Wirksamkeit und bleibt darin, so lange man nicht den Strom im Observatorium unterbricht. Im Falle der Verspätung kann also die Uhr in diesem Momente richtig gestellt werden; im Falle des Vorgehens aber muß man den Strom während 9 Minuten nach dem ersten Signal unterbrechen. Bei 9½ Minuten stellt man den Kreislauf her, und es erfolgt ein zweites Signal bei 10 Minuten. Wenn die Uhr genau regulirt wurde, so erkennt man es beim zweiten Signal. Wenn sie dagegen vorgeht und noch nicht regulirt werden konnte, so berechnet man den Fehler, und bei 12 Minuten trifft eine zweite Leiste des Minutenrades, in einer andern Entfernung vom Mittelpunkte als jene erste, auf eine zweite Feder, welche den Strom durch den Elektromagnet des Verzögerers gehen läßt. Dieser Strom cirkulirt 17 Minuten, wenn man ihn im Observatorium nicht unterbricht. Man benutzt nun diese Zeit zum Reguliren; man unterbricht den Strom nach der Anzahl von Sekunden, die man brauchte, und bei 19½ Minuten stellt man den Kreislauf her, um ein Signal zu empfangen, und daran zu erkennen, ob die nöthige Verbesserung angebracht wurde.

Bei der eben beschriebenen Uhr sind die elektrischen Ströme täglich nur einmal in Thätigkeit und daher einer geringen Abnutzung unterworfen; überdieß wirken sie nicht auf die Motoren selbst ein, so daß sie auf den Gang des Pendels keinen merklichen Einfluß ausüben können, wie dieß bei den eigentlichen elektrischen Uhren der Fall ist. Die Zeitangabe wird genauer, als bei einer im Observatorium aufgestellten elektrischen Uhr mit Kontakt, durch welche Zähler in Gang gesetzt werden. Auch kann sich die Anwendung über eine größere Ent-

fernung erstrecken, da man sich der gewöhnlichen Telegraphenlinien bedienen kannn; endlich ist der Stillstand der Apparate nicht mehr zu fürchten.

Hierzu ist freilich noch zu bemerken, daß die Anwendung der Elektricität zur Regulirung der Uhren nicht in allen Fällen die Benutzung der Elektricität zur Mittheilung der Zeit ersetzen kann. Elektrische Uhren machen sich immer noch bei mehreren wissenschaftlichen Anwendungen nothwendig, und besonders für chronographische Apparate oder bei der Aufzeichnung der Eintrittszeit für eine astronomische und physikalische Erscheinung. Schließlich deutet der Verfasser noch an, daß man die für die Beschleuniger und Verzögerer der Pendelschwingungen vorgeschlagene, elektrische Auslösung auch in dem Falle zur Anwendung bringen könne, wenn man mehrere Uhren nahezu auf gleiche Zeit bringen will, indem man unmittelbar auf die Zeiger wirkt. (Bullet. de la soc. d'enc., Juin 1858, p. 443.)

Elektrischer Wecker von Bréguet.

Fig. 348 der zugehörigen Abbildungen zeigt den Wecker im Aufriß von vorn, mit durchschnittener Glocke, Fig. 349 im Grundriß und Fig. 350 in der Seitenansicht.

Bei A und B sind die Pole des elektrischen (Lokal-) Stromes eingeführt, und der Strom gelangt von ihnen zunächst nach den Ständern A′ und B′, von welchen aus er die elektromagnetischen Spulen C durchläuft. Der Anker D des Elektromagnets ist rund und hohl, damit er leichter sei; er ist auf einer flachen Feder m befestigt, welche ihn in einer vertikalen Stellung erhält, so lange er nicht vom Elektromagnet angezogen ist (er wird also nicht durch eine Spiralfeder in die Ruhelage zurückgezogen); die Weite seiner schwingenden Bewegung wird durch die Stellschrauben c regulirt. An der Verlängerung des oberen Theils trägt er einen seitlichen Ansatz a, auf welchen sich der Hebel b mit einem ähn-

lichen Ansatze b′ auflegt; beide Ansätze berühren sich in einer geneigten Fläche, damit sie sich leicht über einander legen können. Der Hebel b wird von einer Feder d beständig nach unten gezogen und ist auf eine Achse e aufgesteckt, welche auf der vorderen Seite des Apparates einen Daumen E trägt; wenn also b eine drehende Bewegung macht, so theilt E dieselbe. Gegen den Daumen wird durch die Feder d′ ein langes, um f drehbares Stäbchen F angedrückt, gegen dessen Vorsprung f′ sich ein anderer Vorsprung g am Umfange der Scheibe G anlegt. Diese Scheibe G steckt auf der Achse h, welche durch die Getriebe i und p und das Rad M mit der Trommel R eines (Feder=) Uhrwerks in Verbindung steht. Ein auf der Scheibe G excentrisch angebrachter Stift I greift in die Gabel H ein, die über ihre Drehachse k hinaus verlängert ist und am Ende des Stabes l den Hammer K trägt.

Wird nun der Anker D von dem Elektromagnet angezogen, so gleitet der Ansatz b′ am Hebel b über den Ansatz a herab; die Feder d ertheilt b eine drehende Bewegung nach unten und drückt mittels des Daumens E das Stäbchen F zur Seite, so daß der Vorsprung g an f′ vorbeigehen kann und deshalb das Uhrwerk von der Trommel R aus die Scheibe G in schnelle Umdrehung versetzt, wobei durch den Stift J zunächst die Gabel H in eine schwingende Bewegung um k geräth und der Hammer K in Folge dessen an die Glocke L schlägt. Mit dem Getriebe p auf einer Achse sitzt eine Scheibe z, von welcher zwei Segmente abgeschnitten sind; wenn sich nun z zugleich mit p umdreht, so wendet sich ihre kreisförmige Partie gegen F und erhält F in der Lage, in welche es von dem Daumen E versetzt wurde.

Hört der Strom in den Spulen C auf, so stellt sich D vertikal, die aus dem Umfange des Zahnrades M vorstehenden Stifte o stoßen gegen den Stab n, der ebenfalls auf der Achse e sitzt, stellen ihn vertikal und bringen den Hebel b in seine ursprüngliche Lage; E, Z

und F nehmen die in Fig. 348 gezeichnete Stellung wieder ein; g legt sich an f' und hemmt das Uhrwerk.

Die Glocke L ist von Glockenmetall, könnte aber auch von Stahl sein.

Würde an die Stelle des Ankers D ein Magnet gesetzt, so würde dieser von dem Eisenkern des Elektromagnets angezogen, so lange kein Strom durch die Spulen geht, abgestoßen dagegen, so wie der Strom beginnt, dessen Richtung natürlich demgemäß voraus bestimmt werden muß. (Genie industr. Nov. 1858, p. 225.)

Galvanische Pendeluhr, konstruirt von J. G. Pröll in Elbing.

Fig. 354 ist die vordere Ansicht, Fig. 355 die Seitenansicht dieser galvanischen Pendeluhr; Fig. 356 ist die Ergänzung zu Fig. 11.

A, A sind zwei den elektrischen Strom erzeugende Elemente. B obere Platte der an der Wand befestigten Konsole C. D, D zwei in der Platte befestigte metallisch verbundene Haken, in welchen die Pendelstange G in ihrem messerförmigen Träger F hängt; sie läuft an ihrem Ende H in ein Schraubengewinde aus und ist mit einer Umhüllung aus Holz E versehen. Auf der letzteren ist das hölzerne Querstück I befestigt, auf welchen die Metalldrähte K', K fest aufliegen, die mit ihren umgebogenen Enden L', L die beiden Metallfedern M', M bei der Schwingung des Pendels wechselsweise berühren. Diese beiden Drähte nehmen ihren weiteren Verlauf durch das Querstück I hindurch innerhalb der hölzernen Umhüllung E als isolirte Drähte neben der Pendelstange G hinab, bis sie bei N, N ausmünden und sich bei O, O den Drahtenden der Elektromagnete P', P anschließen. Die Metallfedern M', M haften auf den beiden Stielen Q', Q, welche in den breiten, an der Konsole angenieteten Metallringen R', R in der Weise befestigt sind, daß sie sowohl um ihre Achse drehbar, als auch nach oben und unten hin verschiebbar bleiben und

vermittelst der Schrauben S, S also die Stellung der Federn M', M regulirt werden kann. Der in seiner Mitte an der Konsole befestigte, an seinen Enden aber davon abstehende Blechstreifen N ist durch die genannten Klemmschrauben S, S zugleich mit den Stielen Q', Q in Verbindung gebracht und dient als Leiter zwischen Q' und Q.

An dem Schraubengewinde H der Pendelstange hängt der untere Theil des Pendels, welcher zwei Elektromagnete P', P enthält, deren Gewicht die sonst übliche Linse vertritt und die vermöge des Bolzens T', T und der beiden hölzernen Wangenstücke U, U fest an eine diese von einander trennende und beiderseits noch mit starkem Papier belegte Scheidewand von Blech V gepreßt und dadurch festgehalten werden. Diese Scheidewand steht mit dem Schraubengewinde H der Pendelstange mittels der Vorrichtung W in Verbindung, welche in bekannter Weise dazu dient, den Pendel seiner Länge nach zu reguliren, ohne den unteren die Linse vertretenden Theil einer Drehung aussetzen zu dürfen. Von den beiden unteren Ecken X, X der Schweidewand laufen zwei Träger von Metall Y, Y aus, an welchen in den Punkten Z, Z ein von Messing leicht gefertigter Rahmen a, b, c, d befestigt ist. Zwischen denselben Trägern als Lagern bewegt sich auf der durchlaufenden Achse e, f der doppelarmige Hebel g, h, und auf demselben ist in seiner Mitte die als Anker dienende Platte i aufgelöthet, welche so geformt sein muß, daß sie, falls der Hebel auf einer, oder der andern Seite gehoben wird, den entsprechenden Elektromagneten ihre volle Fläche zum Anschlusse darbietet. Die beiden kleinen am Ende hakenförmig gebogenen Hebel k, k liegen aber auf den beiden Enden der Hebelarme g und h lose auf und sind etwa in ihrer Mitte auf zwei kleinen Wellen U befestigt, welche um ihre Achse im Rahmen drehbar sind. In den Punkten m, m dienen die Träger Y, Y von Neuem als Lager für eine dritte um ihre Achse drehbare Welle n, in deren Mitte unterhalb in einem festen Bügel eine

mit etwas Quecksilber (für die auf der Zeichnung angegebenen Dimensionen etwa 1 bis 2 Loth) versehene geschlossene Glasröhre o hängt. Sobald nun der Hebel g, h z. B. bei g sich erhebt (s. Fig. 356), so drückt das auf dieser Seite befindliche Häkchen k die Glasröhre so weit hinab, daß das Quecksilber nach der Seite p hinströmt. In gleicher Weise wird es natürlich nach der andern Seite hinströmen, wenn der Hebel sich bei h erhebt. Somit wird der Schwerpunkt des Pendels regelmäßig erheblich verändert, da das eben diese Veränderung bewirkende Gewicht nicht am oberen Theile der Pendelstange, sondern an ihrem äußersten unteren Ende, also an dem empfindlichsten Punkte angebracht ist. Die Länge dieses Pendels beträgt vom Aufhängungspunkte bis zur Glasröhre beiläufig 3 Fuß 4 Zoll rheinländisch. Die Wechselbewegung des Hebels wird, wie schon aus der Zeichnung ersichtlich, durch die wechselseitige Thätigkeit der beiden Elektromagnete P′, P hervorgerufen. Das Hebelwerk könnte auf den ersten Blick überflüssig erscheinen, da sich ja die als Anker dienende Platte unmittelbar an die Glasröhre befestigen und so die Bewegung der letztern noch vereinfachen ließe. Die Röhre braucht aber zu ihrem Steigen und Fallen nothwendig einen gewissen Spielraum, und es müßte, um diesen zu gewinnen, zugleich mit der Röhre auch die Ankerplatte in eine Entfernung von den Elektromagneten gebracht werden, welche die Anziehungskraft bedeutend schwächen würde.

Der Weg des elektrischen Stromes ist folgender: Derselbe geht aus dem einen Pole der Elemente nach der Klemmschraube q, dann in die Klemmschraube r, von da längs einem auf der Zeichnung nicht sichtbaren, an der Rückseite der Konsole befindlichen Leiter in den Ring R′ und durch Q′ in die Feder M′, aus welcher er im Falle der Berührung mit dem Arme K′ bei L′ in diesen und von da aus dem linken Draht der Pendelstange entlang in den Elektromagneten P′ übergeht, dessen Windungen durchströmt und durch den Bolzen T′

und die metallene Scheidewand V in die Pendelstange G geleitet wird, aus welcher er seinen Weg in den Hängebalken F, die Haken D, D nimmt und durch die Platte der Konsole zum andern Pole zurückkehrt. Findet die Berührung der Feder M auf der andern Seite L statt, so nimmt der Strom seinen Weg wieder von r wie vorhin nach R', dann aber dem Blechstreifen N' entlang nach der Klemmschraube S' nach Q und der Feder M in den Arm K und nun durch den rechts befindlichen Draht die Pendelstange entlang nach dem Elektromagneten P hinab, von wo er wieder in derselben Weise durch die Pendelstange selbst zurückkehrt, wie im ersten Falle. (Polytechn. Journal, Bd. 149, S. 244.) —

Dent's selbstwirkende elektrische Uhr.

Herr Dent hat neuerdings eine selbstwirkende elektrische Uhr gefertigt. Sie hat die dreischenkelige Gewichtshemmung und das gewöhnliche Räderwerk, mit Ausnahme des großen Rades, dagegen besitzt sie ein umlaufendes Gesperre am Mittelrade von 120 Zähnen. Dieses wird geführt von einem Sperrkegel am Ende eines Hebels, welcher um die Höhe eines Zahnes von dem Magnete in jeder halben Minute durch einen solchen halbminutigen Kontakt gehoben wird. Es ist indessen eine starke Batterie erforderlich, indem immer größere Kraft in der Gesperrfeder vorhanden sein muß, als wirklich erforderlich ist, um die Hemmung in Bewegung zu setzen. Es lassen sich ohne Zweifel noch große Verbesserungen in allen diesen verschiedenen Einrichtungen erwarten.

E. Becquerel's thermometrische Uhr.

Wenn sich in Folge der Temperaturveränderungen die Länge des Pendels einer Uhr ändert, so geht diese Uhr bekanntlich zu schnell oder zu langsam; es liegt daher der Gedanke sehr nahe, daß man aus den im Gange einer Uhr beobachteten Veränderungen auf die Abweichungen von einer mittleren Temperatur zurückzuschließen vermöge, namentlich wenn man Vorkehrungen trifft, um die Veränderung der Lage des Schwingungspunktes des Pendels bei Temperaturveränderungen möglichst groß zu machen. Außer manchem Anderen hat bereits Jürgensen (vergl. Comptes rendus de l'Academie pour 1836, T. III, p. 143) die Idee gehabt, ein Chronometer zu konstruiren, welches durch seine Variationen die mittlere Temperatur anzeigt. E. Becquerel hat für das meteorologische Observatorium des agronomischen Institutes zu Paris einen Apparat ausgeführt, welcher denselben Zweck, aber auf andere Weise erreicht. Dieser Apparat besteht nämlich im Wesentlichen aus einem gewöhnlichen Gehwerke mit Federtrieb und Pendel, welches auf einem sehr festen Gußeisengestelle angebracht ist. Das Pendel hat eine eigenthümliche Konstruktion und steht mit dem Echappement in Verbindung. Die Uhr ist einige Monate hindurch ununterbrochen im Gange gewesen, wobei die äußersten Grenzen der Temperatur — 5° und + 30° waren; die mittlere Abweichung im Gange der Uhr hat für jeden Grad Temperaturdifferenz 6 Minuten für eine Zeit von 24 Stunden betragen. (Comptes rendus. T. XXXV, p. 754.)

E. T. Hall's meteorologische Uhr, ausgestellt auf der Londoner Industrie-Ausstellung.

Wenn man eine hölzerne Stange ungefähr in ihrer Mitte aufhängt und ein Gewicht oder eine Pendel-

linse an ihrem unteren Ende befestigt, so werden, wenn man sie schwingen läßt, ihre Schwingungen in dem Verhältniß langsamer, in welchem man das Gewicht, welches man an dem anderen Ende befestigte, vergrößerte; auch zeigt es sich, daß sehr kleine Gewichte in Folge des veränderten Schwingungshalbmessers eine bedeutende Veränderung in der Anzahl der stündlichen Schwingungen hervorbringen. Diese Eigenschaft des Pendels fand bei dem Metronom oder Taktmesser Anwendung. Wenden wir nun das nämliche Princip auf ein Barometer an, welches frei aufgehängt ist und ungefähr in seiner Mitte auf Schneiden in Oscillation gesetzt wird, so zeigt es sich, daß jede kleine Veränderung im Steigen oder Sinken des Quecksilbers im Barometer einen entsprechenden Unterschied in der Anzahl seiner Schwingungen während einer bestimmten Zeit zur Folge hat. Das oscillirende Barometer wird daher Gyrator genannt. Die nämliche Wirkung wird durch die Expansion beim Thermometer hervorgebracht. Mit Hülfe des Elektromagnetismus und einer galvanischen Batterie sind wir nun im Stande, die oscillirende Bewegung auf beliebige Dauer zu erhalten, die Anzahl der Schwingungen pr. Stunde zu registriren und hieraus einfach die Aenderung oder Höhe der Quecksilbersäule abzuleiten. Nach dieser Methode können auch thermometrische Aenderungen, sowie Aenderungen in der vertikalen und horizontalen Kraft der Magnete ermittelt werden. Bei der Untersuchung der Veränderungen in der magnetischen Kraft hängt die Schwingungsdauer von der Intensität des magnetischen Stromes ab. Dieses ist seit Colomb's Zeiten stets als die genaueste Probe für magnetische Untersuchungen erkannt worden; aber die einfache Hinzufügung eines Räderwerks mit Hemmung, um eine dauernde Oscillation hervorzubringen und die Aenderung zu registriren, hat man bis jetzt nicht versucht.

Fig. 351 ist eine Skizze von Hall's Hemmung. Die Reaktion findet bei dieser Hemmung an einem, anstatt, wie gewöhnlich, an zwei Punkten statt.

A ist ein vertikales Rad von 7 Zähnen; B koncentrischer Kreis mit zwei Rubinstiften. Während der Oscillation der Stifte gleitet jedesmal der obere Theil des Zahnes des Rades A unter der kreisrunden Fläche der Rubine hinweg und ertheilt dem Pendel den nöthigen Impuls. Die Kompensation des Pendels wegen der Temperatur geschieht vermittelst einer Messing- und Zinkstange, welche in dem Verhältniß von 20 zu 10 gerade oberhalb der Linse zusammengefügt sind. In dem oberen Theile der Messingröhre ist eine Zinkschraube und in dem Zinkcylinder eine Stahlschraube, beide von gleichen Dimensionen festgelöthet.

Die Länge der Kompensationsstange erhält man zunächst durch Rechnung. Wird also das Pendel im positiven Sinne kompensirt, so dreht man die Stange nach der rechten Seite, wodurch die Zinkschraube verkürzt und die Stahlschraube verlängert wird; der Unterschied zwischen der Ausdehnung des Zinks und des Stahls bezeichnet den negativen Betrag der Kompensation. Wird das Pendel im negativen Sinne kompensirt, so dreht man die Stange nach der linken Seite, wodurch das Zink verlängert und der Stahl verkürzt wird. Der Unterschied zwischen der Expansion beider Metalle bezeichnet die positive Größe der Kompensation. Das Pendel besteht aus zwei Glasröhren, die sich nach unten ausdehnen, und der Kompensationsstange, die sich nach oben ausdehnt. Die Linse kommt auf Stifte zu liegen, welche an der inneren Glasröhre befestigt sind und durch die äußere hindurchgehen.

Die schwarze Linie in der Abbildung, Fig. 352, bezeichnet die Kompensationsstange. Das Pendel ist mit zwei Glasstangen versehen, wovon die innere die Linse, die äußere die zusammengesetzte Kompensationsstange trägt, bei welcher zwei Metalle von großem Unterschiede in ihrer Ausdehnung angewendet werden. Jedes dieser Metalle ist an seinem Ende mit einer Schraube von gleicher Theilung versehen.

Die Anordnung bietet eine, so zu sagen, mikrometrische Adjustirung nach der Temperatur dar. Der Aufriß, Fig. 353, zeigt den beigefügten meteorologischen Apparat. A a sind zwei Cylinder, welche an den Achsen der ersten Räder des Räderwerks befestigt sind und in drei Stunden eine Umdrehung machen. Die Hemmungsräder B b des Werkes sind wie bei der Uhr eingerichtet; sie enthalten 25 Zähne. C ist das Federhaus, welches beide unabhängigen Werke treibt. D d das Thermometer und Barometer. E die Stange, an welcher der mit dem rotirenden Cylinder A a in Verbindung stehende Markirapparat befestigt ist.

Die Wirkungsweise dieser neuen Anordnung ist nun folgende: das Thermometer und Barometer D d werden durch die Hemmung B. b beständig wie Reversionspendel in Schwingung gesetzt, wobei die Schwingungshalbmesser stets durch den Druck der Luft oder durch den Wechsel der Temperatur afficirt werden. So werden die Schwingungen des Toricelli'schen Barometers d, wenn das Quecksilber um 1 Zoll sinkt, um eine Schwingung pr. Sekunde zunehmen, und jede derselben wird auf dem rotirenden Cylinder A registrirt werden. Die stündige Messung geschieht durch die Unterbrechung der Linien, indem der Markirapparat in jeder Stunde um $\frac{1}{10}$ Zoll tiefer herabsinkt. Das Barometer d und das Thermometer D können auch von dem Uhrwerk C ausgelöst und in beliebiger Entfernung, z. B. 1000 engl. Meilen, von dem Apparate aufgestellt werden; die Aenderungen des Barometerstandes werden dennoch weit genauer, als dieses bei unmittelbarer Beobachtung möglich ist, transmittirt und aufgezeichnet, indem in diesem Falle der elektrische Draht das Mittel der Kommunikation ist. —

Die hemisphärische Sonnenuhr von H. Schmeißer in Berlin.

Diese Sonnenuhr ist hier in zwei Ansichten, in Figur 357 im Vertikaldurchschnitt, und in Fig. 358 in

der Ansicht von oben gezeichnet; in beiden Figuren sind die Zahlen und Buchstaben korrespondirend. Sie besteht im Wesentlichen aus einer aus Metall ausgeführten sehr genauen halben Hohlkugel; über den Rand derselben ist in rechten Winkeln ein Fadenkreuz a, b — d, e ausgespannt, so daß der Kreuzpunkt desselben c genau im Centrum der innern Kugelfläche liegt. Von diesem Punkte c hängt ein kleines Pendel co herab, welches zur richtigen Aufstellung der Halbkugel dient. Die Halbkugel ruht auf einem Fuße und derselben kann mittels drei Schrauben eine beliebige Aufstellung gegeben werden.

Wenn nun diese halbe Hohlkugel im Sonnenschein fest aufgestellt ist, so wird beim Fortschreiten der Sonne der Schatten des Fadenkreuzes c auf der innern Kugelfläche einen bestimmten Weg beschreiben, der genau dem Wege entspricht, welchen die Sonne im Laufe des Tages, resp. des Jahres am sichtbaren Himmel beschreibt. Diesem Laufe der Sonne entsprechend ist nun die Zeichnung auf der innern Kugelfläche ausgeführt.

Die ganze Halbkugel ist durch eine Linie dce in zwei gleiche Theile getheilt, und diese entspricht dem Meridian; auf diese Linie ist $52\frac{1}{2}°$ von d entfernt (Polhöhe von Berlin) ein Punkt p angenommen, der dem Nordpol entspricht; um diesen Punkt p ist 90° entfernt ein halber größerer Kreis afh beschrieben, der dem Aequator entspricht; $23\frac{1}{2}°$ von beiden Seiten dieser Linie sind um p zwei andere Kreisbogen ghi und klm beschrieben, die Wendekreise des Krebses und des Steinbocks. Ferner ist der Aequator afb in 12 gleiche Theile getheilt, die den Tagesstunden von früh 6 bis Abends 6 Uhr entsprechen, und von diesen Punkten sind rechtwinkelig Linien bis an die Wendekreise gezogen (6 bis 12 und 1 bis 6). Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Linien sind wieder in vier und diese wieder in drei gleiche Theile getheilt, so daß dadurch Zwischenräume von 5 zu 5 Minuten markirt werden.

Für die Stunden von 6 Uhr früh und nach 6 Uhr Abends ist die Theilung gleichmäßig fortgesetzt — von a bis g und von b bis i. Der Schatten des Fadenkreuzes c wird nun beispielsweise am 21. December von k über l nach d rücken, und am 20. März und 23. September von a über f nach b, und am 21. Juni von g über h nach i, und zwar stets mit gleichmäßiger Geschwindigkeit den Linien auf der Zeichnung folgend und Stunden und Minuten dabei angebend.

Was nun die übrigen Tage des Jahres betrifft, so ist von dem Punkte m nach g ein halber größerer Kreis beschrieben, der in n durch den Aequator genau halbirt wird; diese Linie entspricht der Ekliptik; auf derselben ist der scheinbare Lauf der Sonne vom kürzesten Tage, wo sie sich in m befindet, bis zum längsten in g, und wieder rückwärts bis zum kürzesten genau (nach einer astronomischen Tabelle) verzeichnet und sind von 3 zu 3, resp. von 5 zu 5 Tagen durch diese Theilpunkte in der Ekliptik eine Anzahl Parallelkreise (um p) zwischen ghi und klm gezogen (auf der Skizze nicht weiter ausgeführt) so, daß jeder von ihnen immer zwei ganz bestimmten Tagen im Jahre entspricht, die dabei genau benannt sind, z. B. dem 29. März und 14. Septbr., dem 1. April und 11. Septbr., dem 4. April und 8. Septbr. u. s. f. Auf diese Weise ist dem Schatten des Fadenkreuzes das ganze Jahr hindurch gewissermaßen der Weg vorgeschrieben und sehr gut zu beobachten.

Da die Sonnenzeit häufig mit der mittleren nicht übereinstimmt, so ist um den Pol p herum zugleich eine Tabelle beigefügt, die diese Differenz genau angiebt.

Die Vorzüge dieser hemisphärischen Sonnenuhr sind nun besonders folgende:

1) Man braucht zur richtigen Aufstellung derselben den Meridian nicht zu kennen, sondern nur allein das jedesmalige Datum. Wenn man sie nämlich zuerst horizontal aufgestellt hat, d. h. so, daß das Pendel genau auf 0 fällt, so dreht man sie so

lange horizontal herum, bis der Schatten des Fadenkreuzes genau in den Parallelkreis fällt, der dem jedesmaligen Datum entspricht, alsdann muß jedes Mal die Linie dce in die Richtung des wirklichen Meridians fallen, und man kann sofort Stunde und Minute ablesen — vorausgesetzt, daß man nicht die falsche (Vor- oder Nachmittags-) Seite angewendet hat, was sich beim Fortrücken der Sonne sehr bald zeigen würde, indem dann das Schattenkreuz die Parallellinien schneiden würde, anstatt parallel in ihnen fortzurücken.

2) Die beschriebene Sonnenuhr ist zwar für eine bestimmte geographische Breite ($52\frac{1}{2}^{\circ}$) gezeichnet, aber durchaus nicht an dieselbe gebunden, sie kann vielmehr sehr gut an Orten benutzt werden, die 5 bis 10 Grad nördlicher, oder südlicher, als Berlin liegen; nur muß dann die Aufstellung gleich anfänglich so erfolgen, daß das Pendel nicht auf 0, sondern auf denjenigen Grad des Quadranten pf (der deshalb in 90° eingetheilt ist) fällt, der dem Breitengrade des resp. Ortes entspricht, in St. Petersburg also z. B. auf den 60sten Grad. — Ist die geographische Breite sehr verschieden, so muß die Zeichnung in der Hohlkugel eine andere Lage haben; auf der südlichen Hemisphäre müssen die Tagesstunden nach der entgegengesetzten Richtung bezeichnet sein.

3) Die Beobachtung ist auf derselben eine viel genauere, als auf allen auf einer Ebene gezeichneten Sonnenuhren, weil der zu beobachtende Schatten stets senkrecht auf die Fläche fällt, daher sich immer scharf markirt und stets vom Sonnenaufgang bis zum Untergang mit gleichmäßiger Geschwindigkeit fortschreitet.

4) Diese Sonnenuhr hat vor allen übrigen den Vorzug der Natürlichkeit, da sich das Himmelsgewölbe gleichsam in einem Bilde darstellt, auf dem der Lauf der Sonne förmlich vorgezeichnet ist, so daß man ihren Stand für jede Minute des Jahres bestimmt

angeben kann. Aus gleichem Grunde wird sie auch für jeden Laien verständlich sein.

Endlich empfiehlt sich diese Sonnenuhr durch eine gefällige Form und wegen der vollkommensten Transportfähigkeit, namentlich auch für Reisen, denn man hat immer nur auf zweierlei zu achten, daß das Pendel auf denjenigen Grad des Meridians dpcfe fällt, der dem jedesmaligen Breitengrade entspricht, und daß der Schatten des Fadenkreuzes c genau auf demjenigen Parallelkreise läuft, der dem jedesmaligen Datum entspricht. (Polyt. Journ. Bd. 156. S. 425.) —

Druck von B. F. Voigt in Weimar.

macherkunst bisher erschienenen Schriften, verbunden mit andern die Zeitmeßkunde betreffenden Mittheilungen. Mit $2\frac{1}{4}$ Foliotafeln. gr. 8. Geh. $7\frac{1}{2}$ Sgr.

Em. Schreiber,

Vergoldungs- und Versilberungskunst

durch

Einlegen oder Anreiben, oder deutliche Anweisung, unedle Metalle mit edleren durch Einlegen oder Anreiben, zu überziehen, nebst den für Techniker bis jetzt erprobtesten und neuesten Verfahrungsarten der elektrochemischen Vergoldung und Versilberung und der Broncirkunst der Metalle. Ein unentbehrliches Vademekum für Gold-, Silber- und Bijouteriearbeiter, Uhrmacher, Büchsenmacher, Gürtler, Klempner, Kupferschmiede und Metallarbeiter aller Art. 8. Geh. 15 Sgr.

C. F. G. Thon,

Legir- und Löthkunst

oder

Anleitung, alle in der Technik in Anwendung kommenden Legirungen, sowie auch die zu fester und dauerhafter Vereinigung metallischer Körper erforderlichen Lothe zu bereiten. Für Metallarbeiter aller Art, sowie auch sonstige Gewerbtreibende, deren Beruf es mit sich bringt, Löthungen vorzunehmen. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage, herausgegeben von Andreas Wildberger. Mit 6 Tafeln, enthaltend 55 Figuren. 8. Geheftet. 15 Sgr.

Verzeichniß

der bis jetzt erschienenen 268 Bände

des

Neuen Schauplatzes

der

Künste und Handwerke.

Mit Berücksichtigung der neuesten Erfindungen.

Herausgegeben

von

einer Gesellschaft von Künstlern, Technologen und Professionisten.

Weimar, 1865 Bernh. Friedr. Voigt.

	Rℓ	Sgr
1. Bd. **Eupel**, der vollkommene Conditor, 7. Aufl.	1	—
2. „ **Thon**, Kunst, Bücher zu binden, 5. Aufl.	1	7½
3. „ **Barfuß**, Optik, Katoptrik und Dioptrik, mit Atlas, 2. Aufl.	3	—
4. „ Kunst des Seifensiedens und Lichtziehens, 4. Aufl.	1	7½
5. „ **Stöckel**, die Tischlerkunst, mit Atlas, 4. Aufl.	1	15
6. „ **Vitalis**, Lehrbuch der gesammten Färberei, 6. Aufl.	3	—
7. „ **Schmidt**, die Leimsiederei und Leimfabrikation	—	20
8. „ **Schultze**, der Gold- und Silberarbeiter, 4. Aufl.	1	10
9. „ **Schmidt**, die englischen Pendeluhren	—	25
10. „ **Schmidt**, die Papiertapetenfabrikation	—	22½
11. „ Der Schuh- u. Stiefelmacher in seiner Vollkommenheit, 2. Aufl.	1	—
12. „ **Thon**, das Fleischerhandwerk mit seinen Nebenzweigen, 3. Aufl.	1	—
13. „ **Huth**, Handbuch der Kochkunst, 3. Aufl.	—	15
14. „ **Thon**, vollständige Anleitung zur Lackirkunst, 6. Aufl.	2	—
15. „ **Thon**, die Drehkunst, mit Atlas, 5. Aufl.	1	15
16. „ Der vollkommene Parfümeur, 4. Aufl.	—	25
17. „ **Perrottet**, Indig-Fabrikation für die Zwecke der Färberei	—	7½
18. „ **Hüttmann**, Cementir-, Tüncher- u. Stuccaturarbeit.	2	—
19. „ **Wölfer**, Anweisung zum Treppenbau, 5. Aufl.	—	5
20. „ **Schmidt**, der Chocoladefabrikant, 3. Aufl.	—	5
21. „ **Armellino**, die Kunst des Clavierstimmens, 2. Aufl.	—	12½
22. u. 23. Bd. **Matthaey**, Handb. f. Maurer 2 Bde. mit Atlas, 3. A.	1	15
24. „ **Schedel**, die Destillirkunst und Likörfabrikation, 5. Aufl.	1	—
25. „ **Thon**, der Fabrikant bunter Papiere, 3. Aufl.	1	7½
26. „ **Matthaey**, der Stein- und Dammsetzer oder Pflasterer 2. Aufl.	1	10
27. „ **Schulze**, praktischer Unterricht im Bau der Reitsättel	—	7½
28. „ **Hertel**, die Lehre vom Kalk und Gyps, 3. Aufl.	1	15
29. „ **Hagdorn**, der Anstreicher, Zimmermaler und Tüncher	1	—
30. „ **Auch**, Handbuch für Landuhrmacher, 2. Aufl.	1	10
31. „ **Reinnel's** Receptbuch f. Maurer, Tüncher und Stubenmaler.	—	20
32. „ **Beumeuberger**, der vollkommene Juwelier	—	22½
33. „ **Fontenelle**, die Essig- und Senfbereitung, 4. Aufl.	—	25
34. „ **Schaller**, der praktische Ziegler, mit Atlas, 5. Aufl.	1	7½
35. „ **Brewster**, das Stereoskop und seine Anwendung, 2. Aufl.	—	15

	Rh.	Sgr.
36. Bd. **Fontenelle**, die Oelbereitung, u. Oelreinigung, m. Atl. 4. A.	1	7½
37. = **Wettengel**, theoretisch=praktische Anleitung zum Geigenbau. .	2	15
38. = **Pilzecker**, die Hutmacherkunst in allen ihren Verrichtungen	—	22½
39. = **Bergmann**, die Stärke= und Puder=Fabrikation, 4. Aufl. .	1	—
40. = **Peclet**, Gebäude=, Zimmer= u. Straßen=Erleuchtung, 3. Aufl.	—	15
41. = **Leischner**, Anleitung zur Liniirkunst, 3. Aufl. . . .	—	22½
42. = Handbuch der Frisirkunst oder das Haar als Schmuck . .	—	5
43. = **Pescheck**, das Ganze des Steindrucks, 3. Aufl.	1	10
44. = **Haumann**, das Ganze des Seidenbaues	1	—
45. = Der Brunnen=, Röhren=, Pumpen= u. Spritzen=Meister, m. A. 4. A.	2	—
46. = **Stratingh**, Bereitung und Anwendung des Chlors . .	—	15
47. u. 48. **Matthaey**, Handbuch f. Zimmerleute, 1. u. 2. Bd. 2. A.	3	15
49. = **Matthaey**, Handbuch f. Zimmerleute, 3 Bd. mit Atlas, 5. A.	2	—
50. = **Grandpré**, Handbuch der Schlosserkunst, mit Atlas, 7. Aufl.	1	15
51. = **Matthaey**, der Ofenbau u. d. Feuerungskunde, mit Atl. 4. A.	1	7½
52. = **Stegmann**, Handbuch der Bildnerkunst, mit Atlas . .	3	—
53. = **Lebrun**, der Klempner u. Lampenfabrikant, mit Atlas, 4. A.	1	15
54. = **Thon**, Lehrbuch der Kupferstecher= und Holzschneidekunst. .	1	15
55. = **Thon**, Lehrbuch der Linear=Zeichnenkunst, mit Atlas, 3. Aufl.	1	15
56. = **Bastenaire**, die Kunst weißes Steingut zu machen .	2	—
57. u. 58. Bd. **Weinholz**, d. Mühlenbaukunst. 2 Bde., m. Atl. 3. Aufl.	4	—
59. = **Leischner**, Verfertigung aller Arten v. Papparbeiten, 3. A.	1	—
60. = **Thon**. Anleitung Meerschaumpfeifenköpfe z. verfertigen, 2. A.	—	7½
61. = **Matthaey**, der vollkommene Dachdecker, mit Atlas, 2. Aufl.	1	15
62. = **Leng**, Lehrbuch der Gewerbskunde	—	15
63. = **Bürk**, Handbuch für Juweliere, Gold= und Silberarbeiter .	—	20
64. = **Ciliax**, Handbuch des Sattlers und Riemers, mit Atlas, 6. A.	2	—
65. = **Beckmann**, Handbuch für Wagenbauer, mit Atlas, 3, Aufl.	2	—
66 = **Lorenz**, Pergament, Darmsaiten, Goldschlägerhäutchen ꝛc. .	—	10
67. = **Paulßen**, die natürlichen und künstlichen feuerfesten Thone .	—	18
68. = **Grison**, Färberei wollener und gemischter Modezeuge . .	1	—
69. = **Lindenhagen**, Holz=Werkzeug=Maschinen	—	20
70. = **Krüger**, die Fabrikation der Goldleisten und Bilderrahmen .	—	15
71. = **Gieswald**, Lehre von der Thermometrie und Barometrie .	2	—
72. = **Schmidt**, Handbuch der Zuckerfabrikation, 4. Aufl. . . .	2	15
73. u. 74. **Lenormand**, Handb. d. Papierfabrik. 2 Bde. m. Atl. 2. Aufl.	5	—
75. = **Schumann**, durchsichtiges Porzellan anzufertigen	—	15
76. = **Nordenburg**, d. Ventilatoren i. Anwendung a. praktische Zwecke.	1	—
77. = **Schmied**, die Korb= u. Strohflechtekunst u. die Siebmacherei.	1	—
78. = **Treutler**, die Construktion der Sonnenuhren, 3. Aufl. . .	—	15
79. = **Leng**, Handbuch der Glasfabrikation, 3. Aufl.	2	20
80. u. 81. **Hartmann**, Metallurgie, 2 Bde., mit Atlas, 3. Aufl. .	3	10
82. = **Siddon**, das Schleifen, Poliren und Putzen, 3. Aufl. . .	—	15
83. = **Greener**, die englische Gewehrfabrikat. u. Büchsenmacherkunst.	1	10
84. = **Leng**, vollständiges Handbuch der Handschuhfabrikation . .	—	15
85. = **Landrin**, die Kunst des Messerschmiedes	—	25
86. = **Nößling**, Beinschwarz=, Phosphor= ꝛc. Fabrikation . .	2	—
87. = **Thon**, die Staffirmalerei und Vergoldungskunst, 2. Aufl. .	1	7½
88. = **Bastenaire**, Kunst, Töpferwaare z. fertigen, mit Atlas, 3. A.	1	22½
89. = **Thon**, Abhandlung über Klavier=Saiten=Instrumente, 3. Aufl.	—	22½
90. = **Barfuß**, Geschichte der Uhrmacherkunst, 3. Aufl.	1	5
91. = **Wölfer**, das gesammte Seilerhandwerk, 3. Aufl.	—	10
92. = Die Lustfeuerwerkerei für Feuerwerker, Dilettanten, 9. Aufl. .	—	22½
93. = **Ure**, Handb. d. Baumwollen=Manufakturwesens, m. Atl., 2. Aufl.	1	15
94. = **Weber**, die Kunst des Bildformers und Gypsgießers, 2. Aufl.	—	10
95. = **Thon**, Anleitung zur Branntweinbrennerei, 2. Aufl. . . .	—	20
96. = **Schmidt**, Grundsätze der Bierbrauerei, mit Atlas, 3. Aufl. .	1	22½
97. = **Hartmann**, die Probirkunst, 3. Aufl.	1	7½
98. = **Janvier**, der Bau der Dampfschiffe, 2. Aufl.	—	10
99. = **Bergmann**, der praktische Mühlenbauer, mit Atlas, 3. Aufl.	3	—
100. = **Barth**, Einrichtung und Betrieb der Oelmühlen . . .	—	22½
101. = **Höhne und Nößling**, das Kupferschmiedehandwerk . .	1	22½
102. = **Barfuß**, die Kunst des Böttchers oder Küfers, 4. Aufl. . .	1	7½

		Rb.	Sgr.
103. Bd.	Bède, die Brennmaterialersparung bei d. Dampferzeugung.	—	24
104. „	Schmidt, der vollständige Feuerzeugs-Praktikant, 3. Aufl.	—	20
105. „	Reimann, der Posamentirer, Bandfabrikant u. Bordenwirker.	—	15
106. „	Sennewald, Musterbuch der Linnenweberei, mit Atlas, 2. A.	3	7½
107. „	Thon, die Holzbeizkunst oder Holzfärberei, 4. Aufl.	1	—
108. „	Wallack, Handbuch des Gürtlers und Broncearbeiters	—	15
109. „	Zerenner, der Cur- und Hufschmied, 3. Aufl.	—	22½
110. „	Schmidt, Handbuch der gesammten Lohgerberei, 3. Aufl.	2	—
111. „	Schmidt, das Ganze der Lederfärbekunst. 3. Aufl.	1	—
112. „	Hartmann, Kupfer, Zink, Messing und Tombak	1	10
113. „	Handbuch der Pulverfabrikation, 2. Aufl.	1	5
114. „	Könneritz, das kunstgemäße Schleifen der Edelsteine	—	10
115. „	Kühn, der Kammmacher, Horn- und Beinarbeiter, 2. Aufl.	—	25
116. „	Handbuch des Seidenmanufakturwesens, 2. Aufl.	2	20
117. „	Schmidt, vollständiges Farbenlaboratorium, 3. Aufl.	2	—
118. „	Schmidt, Glas-, Porzellan- u. Emailfarben-Fabrikation, 3. A.	—	22½
119. „	Hoppe, der Bürsten- und Pinselfabrikant, 2. Aufl.	1	3
120. „	Scherf, Anstellung und Führung der Waidindigküpe, 2. Aufl.	—	10
121. „	Dietz, vollständige Lehre der Mannsschneiderei, m. Atl., 2. Aufl.	1	15
122	Hartmann u. Schmidt, Wollmanufakturwesen, m. Atl., 2. Aufl.	3	—
123. „	Walker, Galvanoplastik für Künstler und Techniker, 3. Aufl.	—	22½
124. „	Hartmann, die Anlage artesischer Brunnen, 3. Aufl.	1	7½
125. „	Schmidt, Unterricht in der Illuminirkunst, 2. Aufl.	1	7½
126. „	Schmied, Fabrikation der Regen- und Sonnenschirme, 2. A.	—	7½
127 „	Flachat, Handbuch für Locomotiv-Constructeure u. Locomotiv-Führer, mit Atlas, 3. Aufl.	2	7½
128. „	Choimet, der Maschinen-, Flachs- und Hanfspinner, 2. Aufl.	2	7½
129. „	Alfing, der Schlangen-Feuerlöschspritzen-Fabrikant, 2. Aufl.	1	22½
130. „	Schmidt, die Kürschnerkunst, 3. Aufl.	—	25
131. „	Schmidt, Beiträge zur Kenntniß der Büchsenmacherkunst	1	7½
132. „	Scherf, der Kleinigkeitsfärber, 3. Aufl.	1	7½
133. „	Schmidt, Kunst des Vergoldens rc. der Metalle, 3. Aufl.	—	22½
134. „	Hertel, Academie der zeichnenden Künste, mit Atlas, 2. Aufl.	2	22½
135. „	Schmidt, Handbuch der Baumwollenweberei, 2. Aufl.	—	15
136. „	Thon, die Kittkunst, 2. Aufl.	—	15
137. „	Thon, die Löthkunst, 3. Aufl.	—	15
138. „	Henze, Handbuch der Schriftgießerei	—	15
139. „	Geest, Handbuch der Kattunfabrikation, 2. Aufl.	—	7½
140. „	Fechner, die Constructionen der Pauken und Trommeln	—	12
141. „	Geest, Handbuch d. Bleichens u. d. Baumwollfärberei, 2. A.	—	25
142. „	Peclet, Grundsätze der Feuerungskunde, mit Atlas, 3. Aufl.	3	10
143. u. 44.	Leblanc, der Maschinenbauer 2 Bde. mit Atlas, 3. Aufl.	3	10
145. „	Jeep, die calorische Maschine	1	5
146. „	Brongniart, die Porzellanmalerei, 2. Aufl.	1	7½
147. „	Unger, die Braunkohle als Feuerungsmaterial	1	7½
148. „	Hertel, die moderne Bautischlerei, mit Atlas, 5. Aufl.	2	—
149. „	Weintz, das Fleischer- und Wurstlergeschäft, 3. Aufl.	—	25
150. „	Fournel, die zweckmäßigsten Zimmeröfen und Kamine, 2 A.	—	17½
151. „	Schmidt, die Benutzung des Papiermaché, 2. Aufl.	—	12½
152. „	Ritchie, Handbuch des neuesten Eisenbahnwesens, 2. Aufl.	—	15
153. „	Schmidt, das deutsche Bäckerhandwerk, 2. Aufl.	1	10
154. „	Huguenet, über den Asphalt, 2. Aufl.	—	12½
155. „	Ludowig, die Bleiweiß- und Bleizucker-Fabrikation, 2. Aufl.	—	7½
156. „	Jeep, die Festigkeit der Materialien; für Ingenieure	1	25
157. „	Jeep, Steinkohlen-Backöfen und Teigknetmaschinen	—	18
158. u. 59.	Grouvelle, Dampfmaschinenkunde. 2 Theile, 3. Aufl.	4	—
160. „	Hartmann, der Führer beim Schürfen, 3. Aufl.	1	5
161. „	Hartmann, der Hohofen- nnd Hammermeister, 2. Aufl.	1	—
162. u. 63.	Persoz, Handbuch des Zeugdrucks. 2 Theile, 2. Aufl.	1	10
164. „	Ludowig, die Bierbrauerei aus Kartoffeln, 2. Aufl.	—	10
165. „	Theiner, Combinations- und Sicherheitsschlösser, mit Atlas.	—	22½
166. „	Steinmann, die Luftschiffahrtskunde	—	10
167. „	Hartmann, d. Brenn- o. Feuerungsmaterialien, m. Atl., 3 A.	2	15

		Rl.	Sgr.
168.	Bd. König, Grundriß der Schlosserkunst, mit Atlas, 3. Aufl. .	1	7½
169.	= Harzer, der Huf- und Grobschmied, 2. Aufl.	2	7½
170	= Harzer, d. Siegellackfabrikation nach d. besten Vorschriften 2. A.	—	10
171.	= Schreiber, Handbuch der Uhrmacherkunst, mit Atlas, 3. Aufl.	2	15
172.	= Hay, die Gesetze der Farbenharmonie, 2. Aufl. . . .	—	15
173.	= Schmidt, die Formschneidekunst, 2. Aufl.	—	5
174.	= Brandely, die Elektrochemie	—	22½
175.	= Harzer, Magnet-Electricität als motorische Kraft, 2. Aufl.	—	7½
176.	= Schreibmaterialist, der vollständige, 3. Aufl.	—	10
177.	= Schreiber, die vollständige Glasblasekunst, 2. Aufl. . .	1	—
178.	= Holtzapfel, Handbuch d. Werkzeugslehre Bd. I. mit Atlas, 2. A.	—	22½
179.	= Holtzapfel, Handbuch d. Werkzeugslehre II. Bd. mit Atlas, 2. A.	1	7½
180.	= Quekett, praktisches Handbuch der Mikroskopie, 2. Aufl. .	1	—
181.	= Hartmann, die engl.-amerik. Mahlmühl., mit Atlas, 2. A.	2	20
182.	= Hartmann, neueste Fortschr. d. Gasbeleuchtung, m. Atl. 4. Aufl.	1	—
183.	= Schreiber, der Tabacks- und Cigarrenfabrikant, 2. Aufl. .	1	—
184.	= Hertel, Lehre von der Perspektive, mit Atlas, 2 Aufl. .	1	15
185.	= Herzberg, Handbuch der chemischen Fabrikenkunde, 2. Aufl. .	1	—
186.	= Hartmann, Handbuch der Metalldreherei, mit Atlas, 3. A.	2	22
187.	= Wangenheim, der Bessemerproceß	—	21
188.	= Harzer, Drahtzieher, Nadler, Drahtarbeiter, mit Atlas .	—	15
189.	= Liraute, d. Straßen-, Canal- u. Brückenbau, mit Atlas, 2. A.	2	15
190.	= Newth, die Statik, Dynamik und Hydrostatik, 2. Aufl. .	—	25
191.	= Perini, der Schweizerzuckerbäcker, 2. Aufl.	1	10
192.	= Flachat, Handbuch für Locomotivführer, Suppl. mit Atlas .	1	25½
193.	= Smith, die Färberei der Coburgs und Orleans, 2. Aufl. .	—	7
194.	= Schmidt, die Kellereiwirthschaft, 2. Aufl.	—	25
195.	= Schmidt, die Kerzenfabrikation, 3. Aufl.	1	15
196.	= Hartmann, Handbuch der Blechfabrikation	—	22½
197.	= Schmidt, Handbuch der Photographie I. Bd. 2. Aufl. .	1	10
198.	= Schmidt, die Farbwaarenkunde für Färber, 2. Aufl. . .	—	7½
199.	= Schmidt, die Wachs-Industrie und Wachstuchfabrik. 2. Aufl.	1	—
200.	= Holtzapfel, das Schleifen und Poliren der Werkzeuge, 2. Aufl.	—	22½
201.	= Harzer, die Gutta-Percha- u. Kautschukfabrikation, m. Atl. 2 A.	1	7½
202.	= Kirsch, der Portefeuillefabrikant und Galanteriearbeiter	1	7½
203.	= Deon, die Erhaltung und Restauration der Gemälde .	—	10½
204.	= D. Gehülfe f. Haus- u. Stubenmaler u. Firmaschreiber, 2. A.	—	20
205.	= Planche, die Papierfabrikation	1	15
206.	= Hartmann, Handbuch der Steinarbeiten, 2. Aufl. .	1	15
207.	= Watin, der Staffirmaler, Vergolder und Lackirer, 2. Aufl. .	1	20
208.—211.	Bd. Töpfer, Lehrb. d. Orgelbaukunst, 4 Theile, m. Atlas.	12	—
212.	= Peclet, neueste Erfindungen von Feuerungsanlagen, 2. Aufl.	1	—
213.	= Schmidt, die neueste Saffianfabrikation	—	20
214.	= Harzer, die Glockengießerei mit ihren Nebenarbeiten . .	—	12
215.	= Schmidt, der Branntweinbrennereibetrieb, 2 Aufl. . .	1	5
216.	= Harzer, Handbuch der Münzkunst	—	15
217.	= Schmidt, Handbuch der Weißgerberei	—	20
218.	= Schmidt, Handbuch der Photographie II. Bd., 2. Aufl. .	1	15
219	= Schreiber, die Fabrikation der künstlichen Blumen . .	1	—
220.	= Franke, Handbuch der Buchdruckerkunst, 3. Aufl. . .	1	5
221.	= Payen, die Runkelrüben-Branntweinbrennerei . . .	—	25
222.	= Anquetil, die Revolvers oder Drehpistolen, 2. Aufl. . .	—	22
223.	= Lohmann, der Wassermahlmühlenbau, mit Atlas. .	1	20½
224.	= Burn, die Kenntniß der Dampfmaschinen . .	1	—
225.	= Diedtmann, der Rothpapp- und Dampffarbendruck . .	—	20
226.	= Combes, rauchverzehr. u. brennstoffsparende Feuerungen, 3. A.	—	20
227.	= Schmidt, d. Fabrikant von Kautschuk und Guttapercha-Waaren	—	25
228.	= Lardner, Lehre von den electrischen Telegraphen, 2 Aufl .	—	22
229.	= Gay-Lussac, die Anlegung der Blitzableiter . . .	—	5½
230.	= Schmidt, die neuesten Beleuchtungsstoffe, 2. Aufl. . .	—	25
231.	= Hartmann, die Waagen und ihre Construktion, m. Atl. 2. A.	—	22
232.	= Schmidt, die Saftgewinnung aus Runkelrüben, 2. Aufl. .	—	15½
233.	= Dumas, der Brunneningenieur	1	15

	Rℓ.	Sgr.
234. Bd. **Knoderer**, wichtige Erfindung in der Lohgerberei . . .	—	12½
235. „ **Hertel**, die gesammte Oelmalerei	1	10
236. „ **Ancellin**, der Flachs-, Hanf- und Wergspinner . . .	1	—
237. „ **Hartmann**, Aufbereitung u. Verkokung d. Steinkohlen, 2. A.	1	—
238. „ **Fermond**, d. Tabak als Culturpflanze u. seine Verwendung.	—	15
239. „ **Seidler**, Berechnung und Construktion der Fässer . .	—	15
240. „ **Benoit-Duportail**, die Schrauben-Bolzen, 2. Aufl. . .	—	10
241. „ **Hartmann**, der Puddel- und Walzmeister, 2. Aufl. . .	1	15
242. „ **Schreiber**, d. Verschönerungsk. v. Glas- u. Metalloberflächen	—	10
243. „ **Claudel u. Laroque**, das Maurerhandwerk I. Band. . .	1	15
244. „ Dasselbe Werk . . . . . . II. Band. . .	1	5
245. „ **Lichtenberg**, die Seifenfabrikation	1	—
246. „ **Ramberg**, die Darstellung der feinen Toiletteseifen . .	—	15
247. „ **Crookes**, das Retouchiren u. Coloriren der Photographien .	—	12½
248. „ **Schmidt**, compendiöses Handbuch der Färberei . . .	1	—
249. „ **Hartmann**, praktisches Handbuch der Stahlfabrikation . .	1	22½
250. „ **Lindes**, chemische Farbenlehre für Maler und Techniker .	—	12½
251. „ **Falk**, d. besten Waschmangen, Rollmangen o. Kalandern, m. Atl.	1	—
252. „ **Leblanc**, der Maschinenbauer III. Band, mit Atlas . .	1	15
253. „ **Campin**, das Drechseln in Holz, Elfenbein rc. . . .	1	15
254. „ **Wangenheim**, Fabrikation künstlicher Brennmaterialien .	1	—
255. „ **Isensee**, die gesammte Knopffabrikation	1	—
256. — 258. Bd. **Voigt**, die Weberei in ihrem ganzen Umfange, 3 Bände mit 2 Atlassen	5	—
259. u. 260. Bd. **Hartmann**, Handbuch der Metallgießerei. 2 Theile mit 2 Atlassen. 4. Auflage.	4	15
261. „ **Köstlin**, Metallwaarenindustrie	1	—
262. „ **Meyer**, die Grundlehren der Uhrmacherkunst	—	15
263. „ **Neumann**, Bau und Berechnung der Windmühlen, mit Atlas	2	—
264. „ **Schmidt**, Farbenfabrikation	1	—
265. „ **Neumann**, Mahlmühlenbetrieb, mit Atlas	4	15
266. „ **Buchner**, Mineral-Oele und Mineralöl-Lampen . . .	—	27
267. „ **Jasmund**, Buch d. Fortschritte, f. Schlosser rc. m. Atl., 2. A.	—	—
268. „ **Weber**, Schleifen, Poliren, Färben des Marmor rc. . . .	—	12

Math

Schreiber

Schreiber, Emanuel

Vollständiges Handbuch der Uhrmacherkunst, namentlich in Beziehung auf Thurm-, Wand- und Stutzuhren Mit 1 Atlas v. 27 Taf., enth. 358 Abb

Weimar 1865